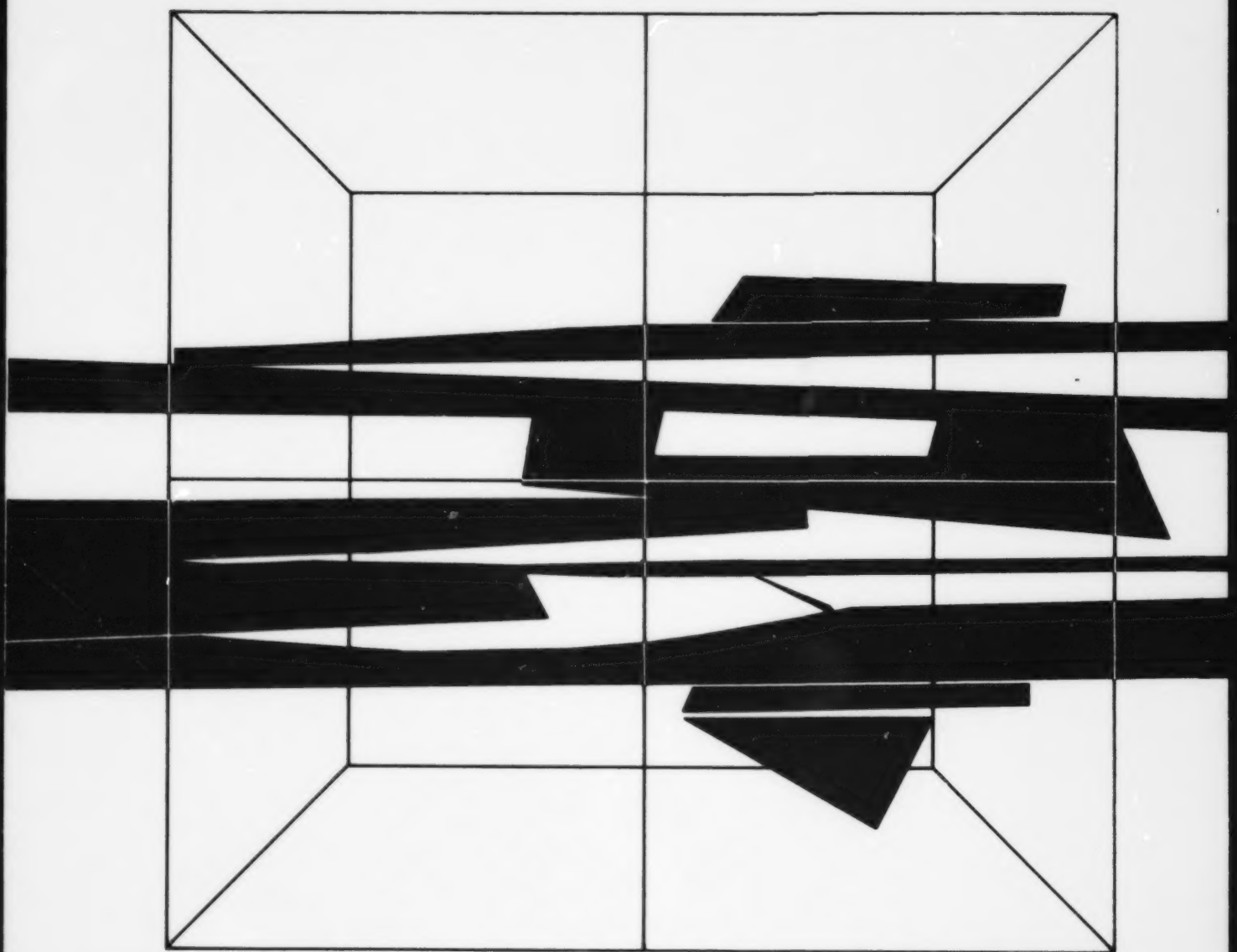
# National Inventory of Sources and Releases of Lead (1982)

1885 1985

Report EPS 5/HA/3
September 1985



Environment Canada
Environmental Protection Service

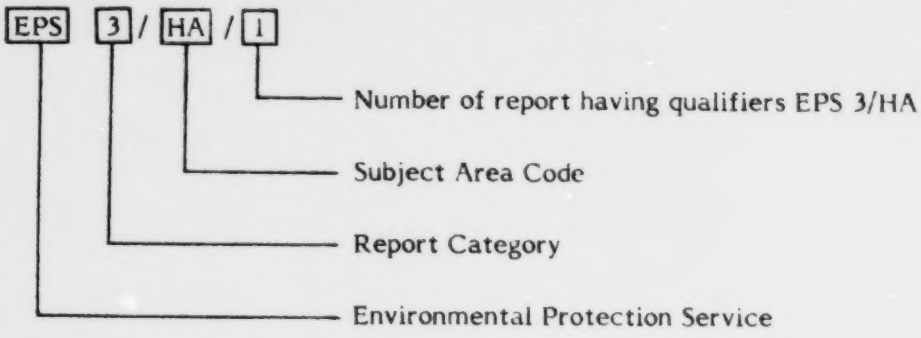
Environnement Canada
Service de la protection de l'environnement

Canada

86-01772/

## ENVIRONMENTAL PROTECTION SERVICE REPORT SERIES

**Sample Number:**




| Categories | |
|---|---|
| 1 | Regulations/Guidelines/Codes of Practice |
| 2 | Public Consultation: Problem Assessment, Control Options |
| 3 | Research and Technology Development |
| 4 | Literature Reviews |
| 5 | Surveys |
| 6 | Social, Economic and Environmental Impact Assessments |
| 7 | Surveillance |
| 8 | Policy Proposals & Statements |
| 9 | Manuals |

| Subject Areas | |
|---|---|
| AG | Agriculture |
| AP | Airborne Pollutants |
| AT | Aquatic Toxicity |
| CC | Commercial Chemicals |
| CP | Consumer Pollution |
| FP | Food Processing |
| HA | Hazardous Wastes |
| IC | Inorganic Chemicals |
| MA | Marine Pollution |
| MM | Mining & Mineral Processing |
| NR | Northern Regions |
| PF | Paper and Fibres |
| PG | Power Generation |
| PN | Petroleum and Natural Gas |
| SP | Oil & Chemical Spills |
| SRM | Standard Reference Methods |
| TS | Transportation Systems |
| UP | Urban Pollution |

New subject areas and codes are introduced as they become necessary. A list of EPS reports may be obtained from the Publications Section, Environmental Protection Service, Environment Canada, Ottawa, Ontario, Canada, K1A 1C8.

National Parks Centennial
1885
1985
Centenaire des parcs nationaux

**1885–1985:**
**100 years of Heritage Conservation**
Canada's first national park was established in 1885 at Banff, Alberta. Today there are national parks and national historic parks in every province and territory. The National Parks Centennial is an occasion to renew our commitment to preserve examples of our heritage unimpaired for the benefit of all Canadians.

# NATIONAL INVENTORY OF SOURCES AND RELEASES OF LEAD (1982)

by

A.P. Jaques
Environmental Protection Programs Directorate
Environmental Protection Service
Environment Canada

EPS 5/HA/3
September 1985

**COMMENTS**

Any comments on the content of this report should be directed to:

Chief
Inventory Management Division
Program Management Branch
Environmental Protection Service
Environment Canada
Ottawa, Ontario
K1A 1C8

© Minister of Supply and Services Canada 1985
Cat. No. En 49-4/5-3
ISBN 0-662-54021-2
BEAUREGARD PRESS LIMITED

## ABSTRACT

Estimates of the quantities of lead released to the environment in emissions, effluents and solid wastes in 1982 are summarized in this report. Emissions and effluents have been classified by source, sector and province. The data presented are estimates based on source testing data, process emission factors, and production figures. Total anthropogenic emissions of lead in 1982 were estimated at 11 466 tonnes, with gasoline-powered motor vehicles accounting for 61 percent of the total. Discharges of lead in effluents were estimated at 562 tonnes, with municipal sewage contributing 73 percent of the total. A preliminary examination of the lead content in solid wastes provided an estimate of 61 000 tonnes, but the potential for uptake of lead by humans from this source is considered significantly less than that associated with emissions.

**TABLE OF CONTENTS**


| | | Page |
|---|---|---|
| ABSTRACT | | iii |
| LIST OF FIGURES | | vii |
| LIST OF TABLES | | viii |
| SUMMARY | | ix |
| 1 | INTRODUCTION | 1 |
| 1.1 | Overview | 1 |
| 1.2 | Methodology | 1 |
| 1.3 | Uses and Properties of Lead | 2 |
| 2 | INDUSTRIAL EMISSIONS | 6 |
| 2.1 | Mining, Milling and Concentrating of Lead-Bearing Ores | 6 |
| 2.2 | Primary Lead/Zinc Production | 6 |
| 2.3 | Primary Copper and Nickel Production | 8 |
| 2.4 | Secondary Lead Smelting Industry | 8 |
| 2.5 | Brass and Bronze Foundries | 9 |
| 2.6 | Metal Fabricating Industries | 10 |
| 2.7 | Metallurgical Coke Manufacture | 11 |
| 2.8 | Primary Iron and Steel Production | 12 |
| 2.9 | Ferroalloy Production | 13 |
| 2.10 | Cement Manufacture | 14 |
| 2.11 | Ferrous Foundries | 14 |
| 2.12 | Leaded Glass Production | 15 |
| 2.13 | Storage Battery Manufacture | 15 |
| 2.14 | Lead Alkyl Manufacture | 16 |
| 2.15 | Lead Oxides and Pigment Production | 17 |
| 2.16 | Tar Sands Operations | 17 |
| 3 | EMISSIONS FROM FUEL COMBUSTION - STATIONARY SOURCES | 19 |
| 3.1 | Power Generation | 19 |
| 3.2 | Industrial Fuel Combustion | 19 |
| 3.3 | Commercial Fuel Combustion | 19 |
| 3.4 | Residential Fuel Combustion | 20 |
| 4 | EMISSIONS FROM FUEL COMBUSTION - TRANSPORTATION SOURCES | 22 |
| 4.1 | Motor Vehicles and Off-Road Use of Gasoline | 22 |
| 4.2 | Aircraft | 23 |
| 4.3 | Gasoline Outboard Motors | 23 |

| | | Page |
|---|---|---|
| 5 | EMISSIONS FROM WASTE INCINERATION | 24 |
| 5.1 | Municipal Refuse Incineration | 24 |
| 5.2 | Sewage Sludge Incineration | 24 |
| 5.3 | Waste Oil Incineration | 25 |
| 6 | EMISSIONS FROM MISCELLANEOUS SOURCES | 26 |
| 6.1 | Gasoline Marketing | 26 |
| 6.2 | Pesticide Application | 26 |
| 7 | EMISSION TRENDS | 27 |
| 8 | LEAD IN EFFLUENTS | 30 |
| 8.1 | Mining and Smelting | 30 |
| 8.2 | Metal Plating | 30 |
| 8.3 | Storage Battery Manufacture | 30 |
| 8.4 | Chemicals Manufacture | 31 |
| 8.5 | Other Sectors | 31 |
| 8.6 | Summary | 31 |
| 9 | LEAD IN SOLID WASTES | 33 |
| REFERENCES | | 35 |

## LIST OF FIGURES


| Figure | | Page |
|---|---|---|
| S.1 | LEAD EMISSIONS TO THE ATMOSPHERE IN 1982 | xiii |
| S.2 | LEAD DISCHARGES IN EFFLUENTS IN 1982 | xiii |
| 1 | PROVINCIAL LEAD EMISSIONS IN 1982 FROM MINING, MILLING AND CONCENTRATING OPERATIONS | 7 |
| 2 | PROVINCIAL LEAD EMISSIONS IN 1982 FROM PRIMARY COPPER AND NICKEL PRODUCTION | 9 |
| 3 | LEAD EMISSIONS IN 1982 FROM METAL FABRICATING INDUSTRIES | 11 |
| 4 | PROVINCIAL LEAD EMISSIONS IN 1982 FROM PRIMARY IRON AND STEEL PRODUCTION | 13 |
| 5 | LEAD EMISSIONS BY FUEL TYPE FROM FUEL COMBUSTION AT STATIONARY SOURCES 1982 | 21 |
| 6 | PROVINCIAL LEAD EMISSIONS IN 1982 FROM GASOLINE-POWERED MOTOR VEHICLES | 22 |
| 7 | PROVINCIAL LEAD EMISSIONS IN 1982 FROM WASTE OIL INCINERATION | 25 |
| 8 | LEAD EMISSIONS IN 1982 BY PROVINCE | 26 |
| 9 | ESTIMATED LEAD EMISSIONS FROM GASOLINE-POWERED MOTOR VEHICLES 1933-2003 | 29 |
| 10 | SUMMARY OF LEAD DISCHARGED IN EFFLUENTS BY REGION IN 1982 | 32 |

## LIST OF TABLES


| Table | | Page |
|---|---|---|
| S.1 | SUMMARY OF EMISSONS OF LEAD IN 1982 | xi |
| S.2 | SUMMARY OF LEAD DISCHARGED IN EFFLUENTS IN 1982 | xii |
| 1 | LEAD EMISSION FACTORS | 3 |
| 2 | LEAD DISCHARGE FACTORS FOR EFFLUENTS | 4 |
| 3 | LEAD CONSUMPTION BY CANADIAN INDUSTRY, 1982 | 4 |
| 4 | PROPERTIES OF ELEMENTAL LEAD | 5 |
| 5 | USES OF SELECTED LEAD COMPOUNDS | 5 |

## SUMMARY

This inventory identifies anthropogenic sources of lead released to the environment in emissions, effluents and solid wastes. The following definitions have been applied for these terms:

| | |
|---|---|
| Emissions | - gaseous or particulate releases to the atmosphere. |
| Effluents | - liquid streams released to surface waters. |
| Solid Wastes | - solid material that requires some form of treatment and disposal. |

Quantities of lead released in Canada in 1982 have been estimated and are expressed as elemental lead. Emissions of lead are summarized in Table S.1, and releases in effluents are summarized in Table S.2. Figures S.1 and S.2 provide a breakdown of the emissions and effluents by source.

Total anthropogenic emissions of lead for 1982 were estimated at 11 466 tonnes. Gasoline-powered motor vehicles accounted for an estimated 7000 tonnes or 61 percent of the total. Emissions from copper and nickel smelters were estimated at 1706 tonnes for 1982, or 15 percent of the total. Mining, milling and concentrating of lead-bearing ores accounted for 964 tonnes, or 8 percent, and primary iron and steel production contributed 600 tonnes, or 5 percent of the total emissions for 1982. The remaining 7 percent of emissions were contributed by other miscellaneous sources.

Major industrial users of lead, and therefore potential contributors of lead to surface waters via effluents, are identified in Section 8. Total discharges of lead in effluents for 1982 were estimated at 562 tonnes, with mining and milling accounting for 49 tonnes, smelting and refining, 29 tonnes; chemical manufacturing, 37 tonnes; pulp and paper mills, 9 tonnes; municipal sewage, 412 tonnes; and other sources, 55 tonnes.

The quantity of lead contained in solid wastes has been estimated in Section 9. The major sources are mine tailings, which generated an estimated 38 000 tonnes of lead; primary smelting and refining of lead, zinc, copper and nickel, which generated 18 000 tonnes; and secondary lead smelting, estimated at 4000 tonnes. Total lead contained in solid wastes in 1982 was estimated at 61 000 tonnes. The potential for uptake of lead by humans from solid wastes is considered significantly less than the potential for uptake associated with emissions.

Comparison of the data in this report with data for 1978 shows an overall decline in emissions of lead of 21 percent. Automotive emissions of lead were estimated

at 9154 tonnes in 1978, and 7000 tonnes in 1982, a 24 percent decrease. This is attributed mainly to a reduction in leaded gasoline usage.

In almost all other industrial sectors where decreases have occurred, the reductions are due to lower production and improved emission controls.

TABLE S.1 SUMMARY OF EMISSIONS OF LEAD IN 1982 (tonnes)

| Sector | Nfld. | P.E.I. | N.S. | N.B. | Que. | Ont. | Man. | Sask. | Alta. | B.C. | Terr. | Canada | % of Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Industrial Processes:** | | | | | | | | | | | | | |
| Mining, Milling & Concentrating of Lead-Bearing Ores | 8 | | 29 | 281 | | 31 | 4 | | | 259 | 352 | 964 | 8.42 |
| Primary Lead/Zinc Production | | | | 59 | | | 76 | | | 169 | | 304 | 2.66 |
| Primary Copper/Nickel Production | | | | | 1194 | 205 | 305 | | | 2 | | 1706 | 14.88 |
| Secondary Lead Smelting Industry | | | | | 5 | 7 | 1 | | < 1 | < 1 | | 14 | 0.12 |
| Brass & Bronze Foundries | | | | 14 | < 1 | 1 | | | | < 1 | | 16 | 0.14 |
| Metal Fabricating Industries | < 1 | | < 1 | < 1 | 18 | 42 | 2 | < 1 | 5 | 5 | | 75 | 0.65 |
| Metallurgical Coke Production | | | < 1 | | | 2 | < 1 | < 1 | | < 1 | | 2 | 0.02 |
| Primary Iron & Steel Production | | | 36 | | 238 | 226 | 12 | 64 | 10 | 14 | | 600 | 5.23 |
| Ferroalloy Production | | | | | 14 | | | | | | | 14 | 0.12 |
| Ferrous Foundries (1980) | | | < 1 | < 1 | 34 | 172 | < 1 | | 3 | 2 | | 212 | 1.85 |
| Cement Manufacture | < 1 | | < 1 | < 1 | 3 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | | 6 | 0.05 |
| Leaded Glass Production | | | | < 1 | 3 | 5 | | | < 1 | 1 | | 10 | 0.09 |
| Lead Alkyl Manufacture | | | | | | 42 | | | | | | 42 | 0.37 |
| Storage Battery Production | | | < 1 | | 2 | 15 | 1 | | 1 | 1 | | 20 | 0.17 |
| Lead Oxides & Pigment Production | < 1 | | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | | 1 | 0.01 |
| Tar Sands Operations | | | | | | | | | 20 | | | 20 | 0.17 |
| **Fuel Combustion - Stationary Sources:** | | | | | | | | | | | | | |
| Power Generation | < 1 | <1 | 2 | 1 | < 1 | 4 | < 1 | 3 | 3 | < 1 | < 1 | 14 | 0.12 |
| Industrial Fuel Combustion | < 1 | <1 | < 1 | < 1 | 3 | 2 | < 1 | < 1 | < 1 | 1 | < 1 | 8 | 0.07 |
| Commercial Fuel Combustion | < 1 | <1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | 2 | 0.02 |
| Residential Fuel Combustion | < 1 | <1 | < 1 | | | | | < 1 | < 1 | | | 1 | 0.01 |
| **Fuel Combustion - Transportation Sources:** | | | | | | | | | | | | | |
| Gasoline Powered Motor Vehicles | 100 | 30 | 190 | 170 | 1390 | 2230 | 350 | 490 | 1120 | 910 | 20 | 7000 | 61.05 |
| Aircraft | 3 | 2 | 6 | 1 | 21 | 39 | 20 | 11 | 28 | 29 | 13 | 173 | 1.51 |
| **Solid Waste Incineration:** | | | | | | | | | | | | | |
| Municipal Refuse Incineration | | | | | 36 | 23 | | 1 | | 7 | | 67 | 0.58 |
| Sewage Sludge Incineration | | | | | | 2 | | | | < 1 | | 2 | 0.02 |
| Waste Oil Incineration | 5 | 2 | 7 | 10 | 53 | 53 | | | | | | 130 | 1.13 |
| **Miscellaneous Sources:** | | | | | | | | | | | | | |
| Gasoline Marketing | 1 | | 4 | 2 | 23 | 11 | 2 | 7 | 7 | 6 | | 63 | 0.55 |
| TOTALS | 118 | 34 | 276 | 541 | 3038 | 3113 | 775 | 578 | 1199 | 1408 | 386 | 11 466 | 100.00 |

TABLE S.2 SUMMARY OF LEAD DISCHARGED IN EFFLUENTS IN 1982 (tonnes)

| Sector | Nfld. | P.E.I. | N.S. | N.B. | Que. | Ont. | Man. | Sask. | Alta. | B.C. | Terr. | Canada | % of Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mining and Milling | 1 | | < 1 | 38 | 4 | 1 | 1 | <1 | | 3 | 1 | 49 | 9 |
| Smelting and Refining | | | | | 2 | 3 | < 1 | | < 1 | 23 | | 29 | 5 |
| Metal Plating | | | | | 5 | | < 1 | | < 1 | | | 5 | 1 |
| Storage Battery Manufacture | | | < 1 | | < 1 | 3 | < 1 | | < 1 | < 1 | | 4 | < 1 |
| Primary Iron and Steel | | | < 1 | | 3 | 3 | < 1 | 1 | < 1 | < 1 | | 9 | 2 |
| Metal Fabrication | | | | | | 1 | | | < 1 | < 1 | | 2 | < 1 |
| Foundries | | | | | | < 1 | | | | | | < 1 | < 1 |
| Chemical Manufacturing | | | | | 6 | 26 | | <1 | | 4 | | 37 | 7 |
| Pulp and Paper Mills | | | | | 8 | | | 1 | | | | 9 | 2 |
| Refineries | | | < 1 | | < 1 | < 1 | < 1 | <1 | < 1 | < 1 | <1 | 2 | < 1 |
| Municipal Sewage | 16 | <1 | 19 | 8 | 221 | 86 | 8 | 6 | 18 | 29 | 1 | 412 | 73 |
| Miscellaneous | | | | | < 1 | | | <1 | 2 | 2 | | 4 | 1 |
| TOTALS | 17 | <1 | 20 | 46 | 250 | 125 | 10 | 9 | 21 | 62 | 2 | 562 | 100 |

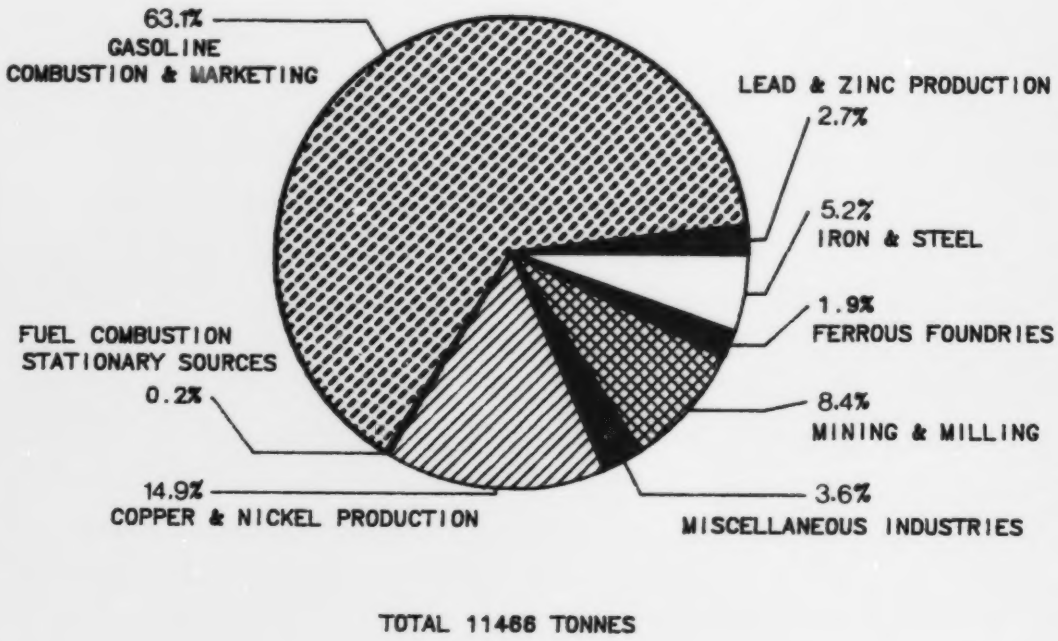



FIGURE S.1 LEAD EMISSIONS TO THE ATMOSPHERE IN 1982

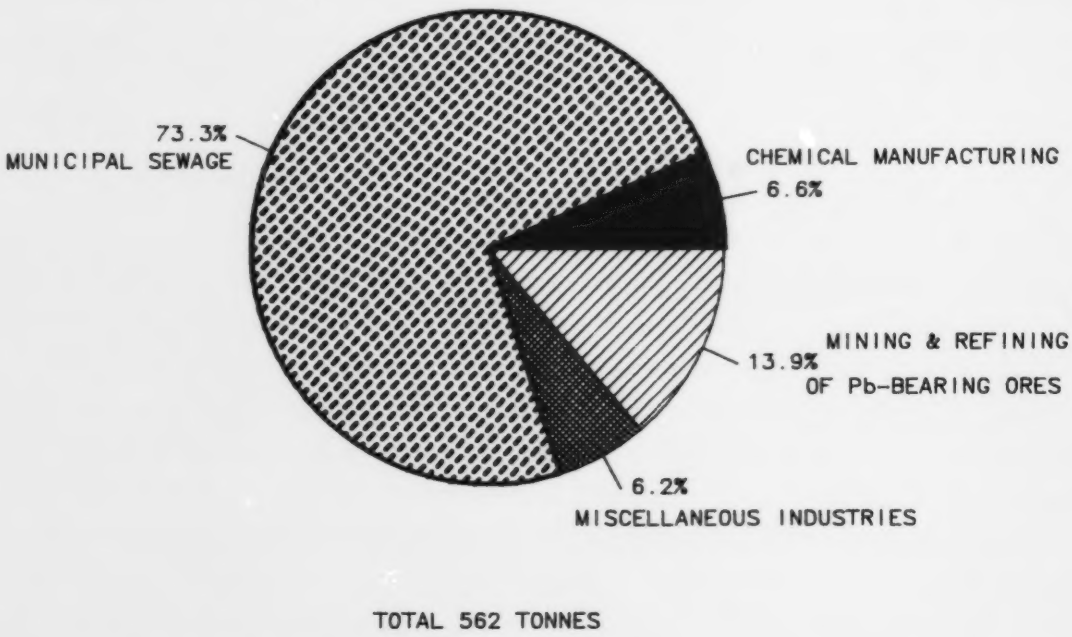



FIGURE S.2 LEAD DISCHARGES IN EFFLUENTS IN 1982

# 1 INTRODUCTION

## 1.1 Overview

This report identifies anthropogenic sources of lead released to the environment in emissions, effluents and solid wastes. The following definitions have been applied for these terms:

Emissions - gaseous or particulate releases to the atmosphere.
Effluents - liquid streams released to surface waters.
Solid Wastes - solid material that requires some form of treatment and disposal.

Estimates of quantities released in Canada in 1982 are provided. 1982 was chosen for study because it was the most recent year for which most of the data were available. Estimates of the quantities released, process descriptions, and pollution control equipment data were obtained from numerous information sources.

The many industrial processes and activities that generate significant releases of lead to the environment have been described to facilitate an understanding of why there are such large variations in the magnitude of releases from different sources.

Emissions have been dealt with in detail in previous reports (1,2) and this study, an updated version, builds on them. Whereas previous inventories looked solely at emissions, this report attempts to quantify lead in effluents and solid wastes as well.

Although lead is released in various compound forms, all estimates have been expressed as tonnes of elemental lead.

## 1.2 Methodology

In compiling any emission inventory, accurate data on the quantity and characteristics of releases from all sources are required. Although the most accurate means of determining releases is monitoring on a source-by-source basis at the point of release, this is made impractical by the large number and diversity of the sources of lead.

Several methods have been used to estimate releases of lead. Emissions were estimated based on monitoring data provided by individual companies, by consultants and by surveys conducted by the Environmental Protection Service (EPS). Where data did not exist for certain industries or companies, emission factors reported in the literature were used (3,4). The emission factor is a statistical average of the rate at which a contaminant is released to the environment, as a result of some activity. This factor can then relate

the quantity of contaminant released for a given process, to a base quantity, such as production or use. Lead emission factors derived from source testing data or obtained from published information applicable to each source are given in Table 1.

Discharge factors for lead in effluents were developed from actual production data and reported or assumed loadings provided by various industries, as well as that reported in the literature. Discharges of lead in effluents such as municipal sewage, where discharge factors are not applicable, were based on flow rates and associated concentrations. Discharge factors that were developed are shown in Table 2.

## 1.3 Uses and Properties of Lead

In 1982, Canada produced 290 292 tonnes of lead, mostly in British Columbia, the Yukon and Northwest Territories, and New Brunswick. Approximately 107 000 tonnes were exported in ore or concentrate form, and an additional 168 664 tonnes were exported as lead metal, materials and scrap (5). Lead consumption by Canadian industry in 1982 was estimated at 126 719 tonnes, as shown in Table 3 (6).

Lead (Pb) is a heavy, soft, bluish-gray, corrosion-resistant metal that is widely distributed in the earth's crust in the form of various minerals. It occurs commonly as galena (PbS); cerrusite ($PbCO_3$), and anglesite ($PbSO_4$). Over 95 percent of the production of mined Pb is from primary ores in which PbS is predominant (7). Since galena occurs most frequently with sphalerite, the metals lead and zinc are recovered together, along with smaller amounts of copper and silver. Annual global emissions of lead from natural sources have been estimated at 24 500 tonnes or 5 percent of the present emissions (8). Contributing sources of natural emissions are radioactive decay of uranium deposits, soil suspension, volcanic halogen aerosols and silicate smoke, forest fire smoke, and sea salt aerosols (9).

Lead has a wide variety of uses due to its physical properties (Table 4), which enable easy forming of numerous shapes and casting of alloys. These uses include ammunition, bearings, cable covering, foils and solders (7).

Lead is resistant to sulphuric, sulphurous, phosphoric and chromic acids, but it can be moderately corroded by hydrochloric and hydrofluoric acids and highly corroded by nitric, acetic and formic acids.

Lead compounds also have a wide diversity of uses. Some of these are listed in Table 5.

TABLE 1 LEAD EMISSION FACTORS

| Sector | Pb Emission Factor | |
|---|---|---|
| Mining, Milling & Concentrating | | |
| Mining - Open Pit | 1.025 | kg/tonne Pb processed |
| - Underground | 1.0125 | kg/tonne Pb processed |
| Milling & Concentrating | 1.45 | kg/tonne Pb processed |
| Primary Lead/Zinc Production | 1.73 | kg/tonne Pb refined |
| Primary Copper/Nickel Production | (0.86-16.7) | kg/tonne production |
| Secondary Lead Smelting | 0.2 | kg/tonne Pb processed |
| Brass & Bronze Foundries | 0.23 | kg/tonne ingots processed |
| Metal Fabricating Industries | | |
| Solders | 0.13 | kg/tonne Pb consumed |
| Alloys, Cables, Metal Fabrication | 2 | kg/tonne Pb consumed |
| Metallurgical Coke Manufacture | (0.3-1.33) | g/tonne coal consumed |
| Primary Iron Production | | |
| Iron Sintering | 15 | kg/tonne particulates |
| Blast Furnace | 0.2 | kg/tonne particulates |
| Electric Furnace | 15 | kg/tonne particulates |
| Primary Steel Production | | |
| Basic Oxygen Furnace | 14 | kg/tonne particulates |
| Open Hearth Furnace | 6 | kg/tonne particulates |
| Electric Arc Furnace | 29 | kg/tonne particulates |
| Ferroalloys | 0.053 | kg/tonne production |
| Cement | (0.2-3) | g/tonne cement produced |
| Ferrous Foundries | 0.18 | kg/tonne metal melted |
| Lead Glass Production | 0.013 | kg/tonne silica sand consumed (average) |
| Storage Battery Production | 8 | kg/1000 batteries produced |
| Lead Alkyl | 2.9 | kg/tonne TEL produced (average) |
| Lead Oxides & Pigments Production | 0.5 | kg/tonne pigment consumed |
| | 0.065 | kg/tonne litharge produced |
| Fuel Combustion/Stationary Sources | | |
| Coal | (0.02-1.25) | g/tonne coal consumed |
| Heavy Oil | 1.25 | mg/litre of oil consumed |
| Light Oil | 0.125 | mg/litre of oil consumed |
| Gasoline Powered Vehicles | 0.750 | kg/kg Pb in gasoline consumed |
| Solid Waste Incineration | | |
| Municipal refuse | (0.002-2.5) | g/tonne refuse |
| Sewage Sludge | | |
| Multiple Hearth | 0.015 | kg/tonne sludge |
| Fluidized Bed | 0.00125 | kg/tonne sludge |
| Waste Oil | 48 | mg/litre oil |
| Gasoline Marketing | 1.84 | g/1000 litres (average) |

TABLE 2 LEAD DISCHARGE FACTORS FOR EFFLUENTS

| Sector | Discharge Factors |
|---|---|
| Mining and Milling: | |
| Zn, Pb, Cu, Ni | $2.07 \times 10^{-4}$ kg/tonne |
| Fe | $3.42 \times 10^{-5}$ kg/tonne |
| Au, Ag | $7.741 \times 10^{-5}$ kg/tonne |
| U | $2.15 \times 10^{-5}$ kg/tonne |
| Mo | $1.402 \times 10^{-4}$ kg/tonne |
| Smelting and Refining: | |
| Pb, Zn, Cu, Ni | $2.06 \times 10^{-3}$ kg/tonne |
| Battery Manufacture | 0.0013 kg/unit |
| Primary Iron and Steel Production | $7.28 \times 10^{-4}$ kg/tonne |
| Petroleum Refining | $3.942 \times 10^{-6}$ kg/bbl |

TABLE 3 LEAD CONSUMPTION BY CANADIAN INDUSTRY, 1982 (tonnes)

| Industry | Primary Lead | Secondary Lead | Antimonial Lead | Total |
|---|---|---|---|---|
| Battery Manufacture | 25 855 | 6 708 | 19 755 | 52 318 |
| Lead Compound Manufacture | 16 614 | 4 644 | - | 21 268 |
| Semi-finished Products | 4 217 | 2 003 | 2 155 | 8 375 |
| Solders | 1 752 | 7 495 | 787 | 10 034 |
| Alloys (babbitts, typemetal, etc.) | 64 | 14 204 | 253 | 14 521 |
| Cable Covering | 1 065 | 573 | 222 | 1 860 |
| Antimonial Lead | 1 472 | 10 986 | - | 12 458 |
| Copper Alloys | 110 | 24 | - | 134 |
| Other Uses | 3 879 | 1 384 | 488 | 5 751 |
| TOTAL | 55 028 | 48 021 | 23 660 | 126 719 |

TABLE 4 PROPERTIES OF ELEMENTAL LEAD

| | |
|---|---|
| Atomic weight | 207.19 |
| Atomic number | 82 |
| Oxidation states | 4 and 2 |
| Crystal structure | Face-centred cubic |
| Density (g/mL) | 11.34 |
| Specific heat (J/kg) @ 20°C | 128.12 |
| Vapour pressure (kPa) @ 1611°C | 53.3 |
| Viscosity (Pa•s) @ 844°C | $1.19 \times 10^{-4}$ |
| Melting point (°C) | 327.43 |
| Boiling point (°C) | 1740 |
| Latent heat of fusion (J/kg) | $24.53 \times 10^3$ |
| Latent heat of vaporization (J/kg) | $849.9 \times 10^3$ |
| Thermal conductivity (W/(m•°C)) @ 20°C | 34.75 |
| Electrical resistivity (micro-ohm/cm) @ 20°C | 20.65 |
| Modulus of elasticity (106 kPa) | 3.127 |
| Brinell hardness (cast) | 4.2 |

TABLE 5 USES OF SELECTED LEAD COMPOUNDS

| Compound Name | Chemical Formula | Usages |
|---|---|---|
| Lead arsenate | $PbAsO_4$ | Insecticides, Veterinary medicine |
| Basic lead chromate | $PbO \cdot PbCrO_4$ | Pigment, Decorating China and Porcelain (enamel), Fabrics |
| Lead chromate | $PbCrO_4$ | |
| Lead monoxide (Litharge) | $PbO$ | Ointments, Plasters, Glaze, Flux, Pigments, Analytical reagent, Driers in paints |
| Lead silicate (Silicate frit) | $PbO \cdot SiO_2$ | Glass, Ceramics |
| Lead sulphate | $PbSO_4$ | Pigments, Batteries, Lithography, Fabrics |
| Lead tetroxide (Red lead) | $Pb_3O_4$ | Pigments, Dyes, Chemicals, Curing Agents (rubber substitute), Pyrotechnics |
| Tetraethyl lead, | $Pb(C_2H_5)_4$ | Gasoline anti-knock additives, Organic Mercury Pesticides, Filling of Geiger Counters |
| Tetramethyl lead | $Pb(CH_3)_4$ | |

# 2 INDUSTRIAL EMISSIONS

## 2.1 Mining, Milling and Concentrating of Lead-bearing Ores

**2.1.1 Process Description.** Lead, zinc and copper deposits are usually found together in varying percentages and can be extracted by either underground or open-pit mining.

Regardless of the operation, the methods used for rock removal are similar. In open-pit mining though, overburden material must be removed to expose the rock. The rock is drilled, blasted, loaded and transported to a crushing site via trucks, trains or conveyors.

At the mill the ore is crushed further and ground to a suitable size. This involves the addition of water in both ball mill and rod mill grinding operations. Once the desired particle size is obtained the product is reacted with an appropriate reagent and the lead minerals are separated out by flotation. The concentrate is then dried prior to shipment to the smelter (1,10).

**2.1.2 Emission Sources and Controls.** Lead emissions during mining, milling and concentrating are basically fugitive, caused by drilling, blasting, conveying, screening, unloading, loading, crushing and grinding of the ore.

Good mining techniques and equipment maintenance, as well as rock wetting, are the primary means of controlling emissions. Control measures during mining include enclosing the truck loading area, wetting or covering truck loads and paving the road from mine to concentrator. For the milling operations, cyclone and fabric filters are used.

**2.1.3 Emissions.** To estimate the emissions from this sector, a list of the principal mines was prepared and each mine's lead content in all concentrates and the type of operation, i.e., open-pit or underground, were identified (5,11).

Total lead emissions from mining, milling and concentrating of lead-bearing ores were estimated at 964 tonnes for 1982 using emission factors of 1.025 kg Pb/tonne Pb processed for open pit mining, 1.0125 kg Pb/tonne Pb processed for underground mining, and 1.45 kg Pb processed for milling and concentrating (1,4). Emissions by province are shown in Figure 1.

## 2.2 Primary Lead/Zinc Production

**2.2.1 Process Description.** Primary lead and zinc production consists of the extraction of these metals from their ores.

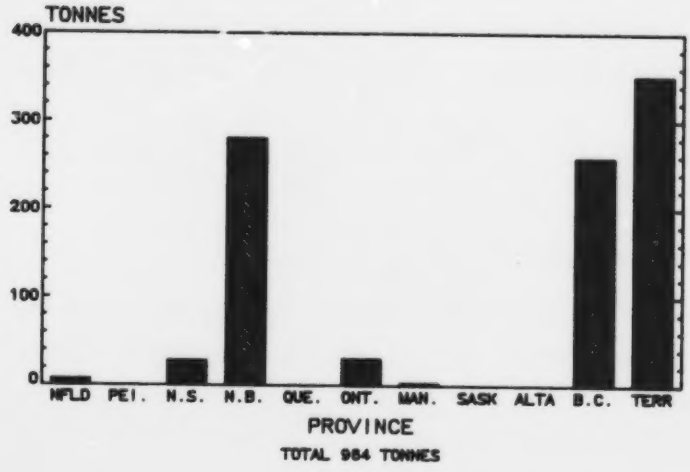



FIGURE 1 PROVINCIAL LEAD EMISSIONS IN 1982 FROM MINING, MILLING AND CONCENTRATING OPERATIONS

Lead metal is produced by oxidizing the concentrate in a sinter plant where lead sulphides are converted to oxides of lead and sulphur dioxide. The lead oxide and lead sulphite are then reduced with coke in a blast furnace. The resulting molten lead is further refined by either electrolysis or chemical precipitation.

In 1982, all the primary zinc in Canada was produced by the electrolytic process, which involves the roasting of the concentrate to drive off the sulphur and obtain oxidized zinc. The reduction and recovery of zinc is achieved by leaching the calcine with sulphuric acid followed by electrolysis, where the zinc is plated onto cathodes. The zinc cathodes are then melted and cast into ingots (1,12).

**2.2.2 Emission Sources and Controls.** The main sources of emissions from the primary lead and zinc production sector were sinter plants, blast furnaces, roasters and electrolytic cells.

Lead producers used scrubbers or an acid plant to control the sintering operations and bag houses to control the blast furnace exhaust gases. Primary zinc producers had acid plants to control emissions of sulphur oxides from the roasters. In addition, the gases were cleaned by waste heat boilers and cyclones before entering the acid bath, followed by electrostatic prepipitators and scrubbers to remove particulates.

**2.2.3 Emissions.** Two smelters produced 175 626 tonnes of lead metal in 1982 (11). Emissions from primary lead and zinc production were estimated based on sampling data, and stack emissions (13,14).

Total lead emissions from primary lead and zinc production in 1982 were estimated at 304 tonnes.

## 2.3 Primary Copper and Nickel Production

**2.3.1 Process Description.** The first step in the production of copper and nickel involves the concentration of low-grade sulphide ores by magnetic separation and/or flotation. The primary metals are then recovered from the concentrate either by roasting, smelting, converting and fire-refining or by using some of the newly-developed pyrometallurgical techniques.

In roasting the concentrates, about half the sulphur is driven off as sulphur dioxide and some of the iron is oxidized. The resulting material, known as calcine, is fed into a smelting furnace along with a siliceous flux and melted to form an iron silicate slag and a solution of molten sulphides (matte). In converting, air is blown through the matte and additional sulphur is driven off the sulphide melt and the remaining iron is oxidized. The matte is reduced to the crude metals which are further refined (1,15).

**2.3.2 Emission Sources and Controls.** Lead is emitted primarily during roasting, smelting and converting of copper and nickel concentrates. Most of the plants used electrostatic precipitators to control particulate emissions from the gases from the roaster, smelting furnace and converter off-gases. Baghouses have been used for further cleaning of the combined reverberatory furnace and converter gas streams.

**2.3.3 Emissions.** Lead emission from copper and nickel production are associated with particulate matter not collected by the control equipment. Based on production data and emission factors derived from source testing data, as well as data provided by some companies total lead emissions from copper and nickel smelters were estimated at 1706 tonnes for 1982 (1,13,14). A provincial breakdown is shown in Figure 2.

## 2.4 Secondary Lead Smelting Industry

**2.4.1 Process Description.** A secondary lead smelter is defined as any plant or factory in which lead-bearing scrap or lead-bearing materials, other than lead-bearing concentrates derived from a mining operation, are refined by metallurgical or chemical processes into lead, lead alloys or lead oxide. Secondary lead smelting comprises the following: smelting of lead scrap and lead-bearing material in a blast furnace or cupola;

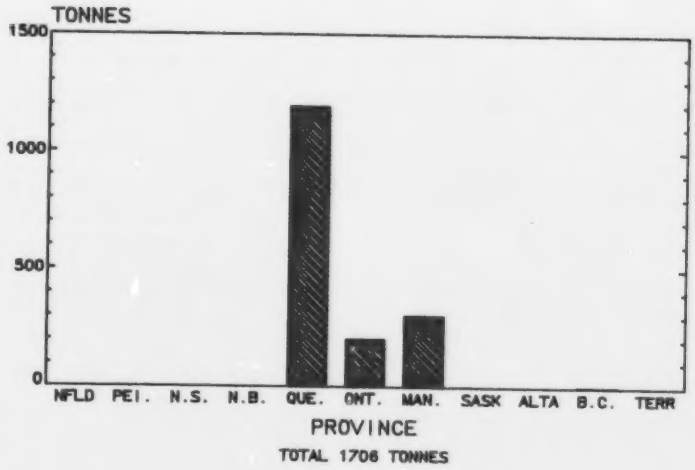



FIGURE 2 PROVINCIAL LEAD EMISSIONS IN 1982 FROM PRIMARY COPPER AND NICKEL PRODUCTION

melting, refining of lead scrap, lead pig and/or other lead-bearing materials in a reverberatory furnace; melting and refining of lead or lead alloy in a holding furnace or kettle furnace; and production of lead oxide from lead or lead compounds.

**2.4.2 Emissions Sources and Controls.** Emissions of lead-bearing particulates occur from materials handling, from charging of the furnace, in the flue gas from the furnace operation and from metal or slag tapping. Most emissions occur from blast and reverberatory furnaces.

Emission control in the secondary lead industry is usually accomplished by baghouses which have efficiencies of 98-99%. In a few cases, knock out chambers or wet scrubbers have been used as well (16).

**2.4.3 Emissions.** There were nine secondary lead smelters operating in Canada in 1982. Using an average emission factor of 0.2 kg/tonne of Pb processed with production of 67 566 tonnes for 1982, total emissions were estimated at 14 tonnes (1,4,5,13).

## 2.5 Brass and Bronze Foundries

**2.5.1 Process Description.** Brass and bronze are generally considered to be copper-based alloys with zinc, manganese, and silicon as secondary components. The alloys are produced in reverberatory, rotary, crucible or electric induction furnaces.

The basic raw material consists primarily of copper-based alloy scrap. Most raw material scrap is treated by mechanical methods such as hand sorting, stripping, shredding, magnetizing, and briquetting. Brass and bronze ingots are produced from a number of furnaces through a combination of melting, smelting, refining, and alloying of the processed scrap material. Direct-fired furnaces, such as the reverberatory and rotary types, and indirect-fired furnaces, such as the crucible and electric induction types, are used for ingot production.

**2.5.2 Emission Sources and Controls.** Emission rates from brass and bronze furnaces depend on the type of fuel and on furnace temperatures. Pollutants are emitted during charging, slag tapping, alloying and pouring operations. Reverberatory furnaces emit greater quantities of air pollutants than the other furnaces.

Baghouses or fabric filters are the generally accepted air pollution control device in the brass and bronze industry. Their efficiencies range between 95-99.6%.

**2.5.3 Emissions.** Lead emissions from brass and bronze foundries vary with the type of furnace, the composition of lead in the alloy (ranging from 0.02% to 25%), the pouring temperature and foundry maintenance (1,17).

Emissions were estimated at 16 tonnes in 1982 using an emission factor of 0.23 kg Pb/tonne of brass and bronze ingots produced (3), and a total production of ingots for 1982 of 7744 tonnes (18). In addition, source testing data were provided for New Brunswick (19).

## 2.6 Metal Fabricating Industries

**2.6.1 General.** Numerous plants in Canada use lead and lead alloys to produce a variety of metal goods. Some of these have been included in the brass and bronze foundries section. Common operations include the production of lead alloys, and the manufacture of collapsible tubes, ammunition, pipes and sheets, and coatings for electrical cables, and soldering of metal products. The emissions considered significant are lead oxides and metallic dusts from melting, casting and fabricating operations.

**2.6.2 Emissions.** Emissions have been estimated for five sectors within the metal fabricating industry. Based on an emission factor of 2 kg/tonne of lead consumed in all processes except solder production, where an emission factor of 0.13 kg/tonne of lead consumed was used (1,2), and consumption data provided by Energy, Mines and Resources Canada, total emissions of lead for 1982 were estimated at 75 tonnes (20). A breakdown of emissions by sector is shown in Figure 3.

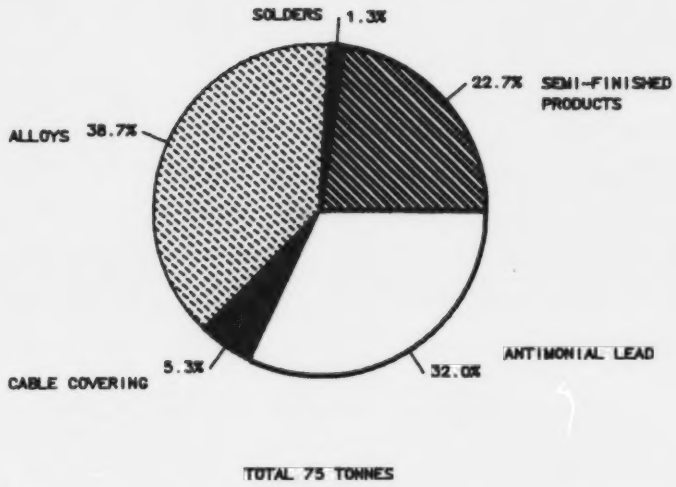



FIGURE 3 LEAD EMISSIONS IN 1982 FROM METAL FABRICATING INDUSTRIES

## 2.7 Metallurgical Coke Manufacture

**2.7.1 Process Description.** Coke is formed by subjecting low sulphur/low ash content coal to indirect heating in long, thin ovens for 14.5 to 17 hours. The heat drives off the volatile constituents of coal such as tar, benzene and naphthalene. Most of the volatile constituents are condensed and recovered as by-products. The hot residue, known as coke, is water quenched and dried.

About 95% of the coke produced in Canada is manufactured via the by-product process. The coal is heated in a series of rectangular coking ovens called coke batteries.

**2.7.2 Emission Sources and Controls.** Emissions from coke making are attributable to handling, crushing and blending of coals, charging of coal in incandescent ovens quenching of hot coke and handling and screening of coke. Charging the coal to ovens results in high dust emissions, accounting for 60% to 70% of total emissions from oven batteries. Dust suppression is practised in most plants.

**2.7.3 Emissions.** In 1982, the total amount of coal used in the manufacture of coke was 6 576 000 tonnes (21). Emissions were estimated by determining the type of coal used by each company (21,22,23) and the lead content associated with each particular coal (24,25,26,27,28), and by assuming that 5 percent of the lead in the coal was emitted (1,23). Some U.S. eastern coals, imported by Nova Scotia, had lead concentrations as high as 25 ppm, whereas those used in Ontario averaged about 6 ppm. Total lead emissions were estimated at 2 tonnes for 1982.

## 2.8 Primary Iron and Steel Production

**2.8.1 Process Description.** Iron and steel manufacturing processes include coke production, pig iron manufacture in blast furnaces, steel-making using open-hearth, basic oxygen and electric arc furnaces, rolling mill operations and finishing operations.

Iron ore, coke and limestone are fed to a blast furnace where they react at high temperatures and under a high-velocity stream of hot air to produce molten iron. The molten iron is then transported to a steel mill or cast into pigs. The flue dust and other iron ore fines from the process are converted into useful blast furnace charge through sintering.

A mixture of scrap iron, steel and pig iron is melted in a shallow rectangular basin or hearth to produce steel. Impurities are removed as slag. In the basic oxygen process, pure oxygen is used to oxidize impurities in a charge composed of approximately 70 percent blast furnace metal and 30 percent scrap metal. The electric furnace is used primarily to produce special alloy steel or to melt large amounts of scrap metal.

**2.8.2 Emission Sources and Controls.** Six components of iron and steel manufacture produce emissions containing lead: 1) sinter plants, 2) coking facilities, 3) blast furnaces, 4) open-hearth furnaces, 5) basic oxygen furnaces, and 6) electric arc furnaces.

The sinter plant emits dust because of the fine material handled. Charging produces most of the emissions from the coking process. High-temperature production of iron and steel in furnaces releases particulate matter containing lead. The composition of the lead evolved in the particulate matter depends on the type of furnace and the materials used. Venturi scrubbers and electrostatic precipitators are the most comon control devices on blast furnaces (up to 99% efficiency), baghouses on electric arc furnaces, and venturi scrubbers and precipitators on basic oxygen furnaces.

**2.8.3 Emissions.** In 1982, emissions of lead from primary iron and steel production were estimated to be 600 tonnes. Estimated emissions by province are shown in Figure 4. Emissions were determined based on the total particulate matter emitted from iron and steel plants and the percentage of lead in the particulate matter emitted from the furnaces as shown below (1,4,29):

| Iron Production | | Steel Production | |
|---|---|---|---|
| Iron Sintering | 1.5% | Basic Oxygen Furnace | 1.4% |
| Blast Furnace | 0.02% | Open Hearth Furnace | 0.6% |
| Electric Furnace | 1.5% | Electric Arc Furnace | 2.9% |

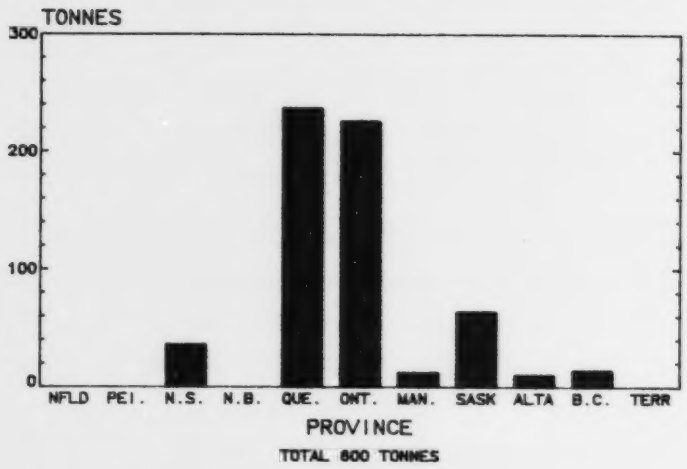



FIGURE 4 PROVINCIAL LEAD EMISSIONS IN 1982 FROM PRIMARY IRON AND STEEL PRODUCTION

## 2.9 Ferroalloy Production

**2.9.1 Process Description.** Any alloy consisting of iron and one or more other metals is termed a ferroalloy. Varous kinds are produced in Canada, mainly ferrosilicon, ferromanganese, silicomanganese and ferrochromium.

Most ferroalloys are produced in open-top electric furnaces of the submerged-arc type, charged with raw ore, coke and slagging materials. The intense heat around the carbon electrodes enables carbon reduction of the metallic oxides. The various impurities are trapped in the slag, and molten ferroalloy is tapped from the bottom of the furnace and cast.

**2.9.2 Emission Sources and Controls.** The major sources of emissions are raw material handling, smelting furnaces, and crushing/packaging operations. Although emissions from most of the furnace operations were not controlled, ancillary operations were usually well controlled by baghouses and, in some cases, cyclones.

**2.9.3 Emissions.** Particulate and lead emissions vary widely, depending mainly on the ferroalloy being produced, type and operation of furnace, and charge composition. A lead concentration of 650 ppm in particulate matter was assumed. Based on the total particulates emitted by the ferroalloy industry, lead emissions were estimated at 14 tonnes in 1982 (1,3,4).

## 2.10 Cement Manufacture

**2.10.1 Process Description.** Cement is produced by quarrying and crushing limestone and shale or clay. The raw materials are proportioned, ground and blended using either a wet or dry process. Slurry and dry raw materials are burned in a kiln to form clinker, which is then blended with a small amount of gypsum, ground into fine powder and stored.

**2.10.2 Sources of Emissions and Controls.** Since lead is a trace element in the raw materials of both wet and dry cement manufacturing processes, it occurs in particulates emitted from all of the operations involved, including quarrying and crushing, kiln operations, clinker cooling, finish grinding and packaging. Kiln operations are the largest source of emissions. The most common control devices used are electrostatic precipitators for kiln exhaust gases and baghouses for finish grinding operations.

**2.10.3 Emissions.** Lead emissions from cement manufacture were estimated by assuming a lead concentration of 450 ppm in the particulate matter emitted (3). Particulate emissions were derived nationally from total production of cement in 1982; compared with the particulate emissions associated with the 1980 production of cement. Emissions were estimated at 6 tonnes for 1982 (30).

## 2.11 Ferrous Foundries

**2.11.1 Process Description.** Iron and steel castings are produced in either cupola, reverberatory, electric induction or electric arc furnaces. The cupola is the most widely used in Canada and the furnace charge consists of metallics, flux materials and coke. Molten metal is then tapped in a holding unit or into a ladle for pouring into moulds. Steel castings are usually cleaned by shot-blasting prior to finishing by burning and grinding.

**2.11.2 Emission Sources and Controls.** The major emission source is the cupola furnace, with electric arc, induction and reverberatory furnaces emitting smaller amounts. Emissions consist of metallic oxides, fumes, dust and gases. A large amount of particulate matter is also generated by non-melting operations such as shake-out, shot-blasting and sand conditioning. The lead content of particulate emissions varies, depending on the type of foundry melting furnace, the percentage of scrap metal in the charge and the operating temperature.

Emissions from cupolas are controlled by cyclones, baghouses, scrubbers and wetcaps. Collector units such as baghouses and scrubbers are used on electric arc furnaces. A variety of hoods, and ventilating and exhaust systems are also employed to capture exhaust foundry emissions.

**2.11.3 Emissions.** Data for 1982 were not available; emissions were estimated for 1980. Lead emissions depend on the lead content of the material charged to the furnace. In this study, an average lead emission rate of 0.18 kg/tonne of metal melted for cupola furnaces was used (31,32). The amount of metal melted in each furnace type, and the corresponding emission rate, were used to estimate lead emissions for 1980 at 212 tonnes.

## 2.12 Leaded Glass Production

**2.12.1 Process Description.** Most of the glass produced in Canada is the soda-lime type. Its major ingredients are sand, limestone, soda ash and cullet. To this mixture, lead oxide is added and these materials are then melted at high temperature (1540°C) in large, direct-fired, continuous, regenerative furnaces. The lead oxide content usually ranges from 12% to 60% by weight of the glass produced, although some types of glass contain as much as 92% lead oxide. Leaded glass has a high refractive index and density and high electrical resistivity. Because of these properties, it is useful for radiation shielding, optical glasses and lead crystal glass.

**2.12.2 Emission Sources and Controls.** The major source of particulate emissions in leaded glass production is the regenerating furnace, during the melting process. Minor sources of emissions are handling, mixing and storage of raw materials, glass forming machines and annealing ovens. Particulate emissions from the regenerative furnaces are controlled by wet centrifugal scrubbers or baghouses.

**2.12.3 Emissions.** In order to estimate the particulate emissions from leaded glass production, it was assumed that 3% of the glass produced was leaded (1,3). Emissions for 1982 were estimated based on 1980 emissions of particulate matter prorated by the amount of silica sand used in the glass manufacturing industry in 1982 (33). Assuming the concentration of lead in the particulate matter was 23% (3), total lead emissions from lead glass manufacture were estimated at 10 tonnes.

## 2.13 Storage Battery Manufacture

**2.13.1 Process Description.** Lead/acid storage batteries are produced from lead alloy ingots and lead oxide. Molten lead is pumped or flows directly from pot furnaces into the molds that form the battery grids. Batches of lead sulphate paste are blended by mixing lead oxide, water, sulphuric acid, an organic expander and other constituents. Pasting machines force the stiff mixture into the interstices of the grids (referred to as plates). The paste can contain anywhere from 20% to 40% metallic lead.

After curing, the plates, separated by insulators, are stacked together into cells and fastened together either by a burning operation (welding leads to the tabs of each pair of positive and negative plates), or by pouring molten lead around and between the plate tabs. Positive and negative terminals are then welded to each element, which may go to either the wet or dry battery assembly line.

**2.13.2 Emission Sources and Controls.** The main sources of emissions are grid casting furnaces and machines, paste mixers, plate dryers, reclaim furnaces and parts casting machines. Emissions are normally controlled by impingement and entrainment scrubbers. Dusts evolved during element stacking, lead burning and battery casting are controlled by fabric filters.

**2.13.3 Emissions.** In 1982, 2 472 936 storage batteries were produced in Canada. Based on a lead emission factor of 8 kg/1000 batteries produced (34), lead emissions from battery manufacture in 1982 were estimated at 20 tonnes.

**2.14 Lead Alkyl Manufacture**

**2.14.1 Process Description.** Two lead alkyl compounds, tetraethyl lead (TEL) and tetramethyl lead (TML), are used to raise the octane number of gasoline.

Lead alkyl is produced in autoclaves by the reaction of a sodium/lead alloy with an excess of either ethyl (for TEL) or methyl (for TML) chloride in the presence of an octane catalyst. The reaction mass is distilled to separate the product, which is then purified, filtered and mixed with chloride/bromide additives. Residue is sluiced to a sludge pit, from which the bottoms are sent to an indirect steam dryer and the dried sludge is fed to a reverberatory furnace to recover lead.

**2.14.2 Emission Sources and Controls.** Lead emissions from the sodium/lead alloy process consist of particulate lead oxide from the recovery furnace, and to some extent from the melting furnace and alloy reactor, alkyl lead vapor from process vents, and fugitive emissions from the sludge pit. Emissions from the lead recovery furnace are controlled by fabric filters or wet scrubbers.

**2.14.3 Emissions.** In 1982, lead alkyl compounds were produced by two plants in Ontario. Lead emissions were calculated based on the reported amount of TEL manufactured and a lead emission factor derived for each plant (4,35). Lead emissions in 1982 were estimated at 42 tonnes.

## 2.15 Lead Oxides and Pigment Production

**2.15.1 Process Description.** Lead oxide is used in the manufacture of lead/acid storage batteries and as a pigment in paints. Black oxide, which is used exclusively in storage batteries, contains 60% to 80% litharge (PbO), the remainder being finely divided metallic lead. The major lead pigment is red lead ($Pb_3O_4$), which is used principally in ferrous metal protective paints. Other lead pigments include white lead and lead chromates.

Litharge is produced by partially oxidizing lead and milling it to a powder, which is then completely oxidized in a reverberatory furnace. Black oxide is usually produced in the same furnace in which the litharge is made by either the ball mill or Barton process. Red lead is produced by oxidizing litharge in a reverberatory furnace. Basic carbonate white lead production is based on the reaction of litharge with acetic acid or acetate ions. Chromate pigments are generally manufactured by precipitation or calcination.

**2.15.2 Emission Sources and Controls.** Emissions from lead oxide production occur from grinding or melting of lead metal and product packaging. Lead oxides and pigments are collected by shaker type fabric filters. Scrubbers are used in the ball mill and Barton processes to recover the lead product. Particulate emissions from red lead production, although small, are 90% lead and are recovered as a matter of economics. Further release of lead during the final manufacturing steps and packaging and application of the paint is negligible.

**2.15.3 Emissions.** Based on a lead emission factor of 0.5 kg/tonne of pigment consumed (35) and consumption figures for lead oxides, lead soaps and chromes in paint, emissions were estimated at 0.5 tonnes (36). Emissions due to lead oxides produced for other uses, excluding battery manufacture, were estimated at 210 kg. Lead emissions from lead oxide and pigment production were estimated at less than 1 tonne in 1982.

## 2.16 Tar Sands Operations

**2.16.1 Process Description.** The fundamental steps in extraction of bitumen from oil sands are feed conditioning, separation of the bitumen, waste disposal, and cleaning the bitumen concentrate.

Conditioning is achieved by mixing the feed with water and caustic soda at 82°C to increase its pH value. The conditioned pulp (70% solids) is pumped to separation cells where the coarse mineral matter settles and is pumped to the tailings pond. The

floating bitumen froth, rich in water and fine mineral matter, is fed to the final extraction plant.

In the final extraction, the froth is diluted with coker naphtha and directed through a centrifuge. The product is distilled to remove the coker naphtha and the water from the bitumen and is upgraded to obtain marketable products.

**2.16.2 Emission Sources and Controls.** The major source of emissions is the power plant. The fuel to the boilers is pulverized coke, at times supplemented by heavy oil. The sulphur plant is also a source of emissions. Sour gas flaring and other miscellaneous operations contribute to the overall emissions. Particulate emissions from the boilers are controlled by electrostatic precipitators. A sulphur plant is used to recover about 95% of the sulphur charge in the sour gases from the various process streams.

**2.16.3 Emissions.** Emissions were estimated at 20 tonnes using stack emission survey data and plant production information (13).

# 3 EMISSIONS FROM FUEL COMBUSTION - STATIONARY SOURCES

## 3.1 Power Generation

**3.1.1 Process Description.** Two basic systems are used to generate thermal power from fossil fuels: steam generation, and internal combustion (gas turbine and reciprocating engines). Steam turbine boilers are fired with coal, heavy fuel oil, crude oil or natural gas (initial steam may be raised by light fuel oil or natural gas, kerosene or diesel oil), whereas reciprocating engines use light oil, natural gas, a combination of both, or diesel oil.

**3.1.2 Emission Sources and Controls.** Lead emissions from coal- and oil-fired power plants are associated with particulate matter emitted as well as with the lead content in the coal and oil. All the large coal-fired generating stations are equipped with electrostatic precipators for particulate control. Efficiencies range from 94.5% to 99%. Cyclones of 70% efficiency are used at some stations and one station uses a high efficiency fabric filter (37).

**3.1.3 Emissions.** Emissions from coal-fired stations were estimated based on the Pb content of the particular coal used and an assumption that 5% of the lead in the coal was emitted to the atmosphere during combustion. For oil-fired stations, a lead emission factor of 0.5 (Pb) kg/litre of oil consumed (Pb is the lead content of oil in ppm by weight) was used. For heavy fuel oil, Pb is equal to 2.5 ppm; for light fuel oil, Pb is equal to 0.25 ppm (1,4,22,38-41). Pb emissions from power generation in 1982 were estimated at 14 tonnes.

## 3.2 Industrial Fuel Combustion

Lead is also present in emissions resulting from the combustion of fuels at industrial facilities. Fuels used include natural gas, heavy fuel oil, light fuel oil, stove oil and kerosene, liquid petroleum gases and coal.

Lead emissions estimated for 1982 were based on the emission factors used for fossil-fuel fired generating stations, and totalled 8 tonnes.

## 3.3 Commercial Fuel Combustion

The most common fuels used in commercial establishments are heavy oil, light oil, diesel oil, kerosene and a small amount of coal.

As with industrial fuel combustion, emissions were estimated using the emission factors applied to fuel consumption figures obtained from Statistics Canada. Lead emissions in 1982 were estimated at 2 tonnes.

### 3.4 Residential Fuel Combustion

Fuel consumption figures for heavy fuel oil, light fuel oil, coal, natural gas, liquid petroleum gas, stove oil and kerosene used for residential heating and air conditioning were obtained from Statistics Canada. Based on the emission factors used in estimating emissions from all stationary combustion sources, lead emissions for residential fuel combustion were estimated at 1 tonne for 1982. A breakdown by fuel type from fuel combustion at stationary sources is shown in Figure 5.

TOTAL 25 TONNES

FIGURE 5 LEAD EMISSIONS BY FUEL TYPE FROM FUEL COMBUSTION AT STATIONARY SOURCES 1982

# 4 EMISSIONS FROM FUEL COMBUSTION - TRANSPORTATION SOURCES

## 4.1 Motor Vehicles and Off-Road Use of Gasoline

**4.1.1 General.** Emissions from all gasoline-powered vehicles driven on public roads, including automobiles, trucks, buses and motorcycles, are covered in this section. Emissions of lead due to gasoline consumed by agricultural, construction and forestry equipment have also been considered. Diesel fuel oils do not contain lead.

**4.1.2 Emission Sources and Controls.** During the combustion of gasoline, lead oxides are formed from lead additives in the form of TEL used in gasoline. Significant amounts of lead are emitted from exhaust systems. Lead particles not emitted are deposited in the engine and are partially removed during oil changes. Releases also occur when lead trapped in the exhaust system flakes off and is deposited on roadways.

The quantity, chemical form and particle size distribution of atmospheric emissions of lead from gasoline-powered vehicles vary according to the vehicle type, age and operating conditions. Studies have shown that approximately 75% of the lead contained in the gasoline burned is emitted directly to the atmosphere (1,42,43). Other than limiting the lead content in gasoline, there are no emission controls.

**4.1.3 Emissions.** Emissions were estimated by assuming that 75% of the lead added to gasoline in 1982 was emitted during combustion. Total emissions of lead from gasoline were estimated at 7000 tonnes. Provincial emissions, shown in Figure 6, were obtained by proration of the gasoline consumption data reported in each province (44,45).

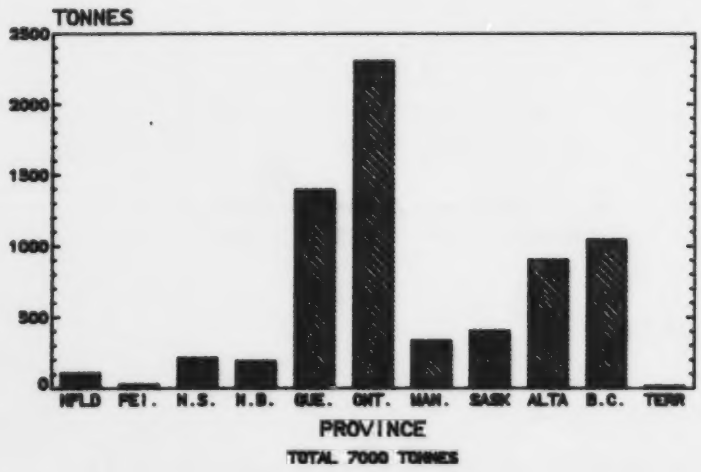



FIGURE 6 PROVINCIAL LEAD EMISSIONS IN 1982 FROM GASOLINE-POWERED MOTOR VEHICLES

## 4.2 Aircraft

**4.2.1 General.** Aircraft considered in this section have the reciprocating (piston) engine commonly associated with small, light-weight aircraft. Lead additives in aviation gasoline, used for the prevention of engine knock, contribute to lead emissions.

**4.2.2 Emissions.** Emissions were calculated based on a maximum lead content of aviation gasoline of 1.28 g/L, aviation gasoline sales data for 1982, and an emission factor of 0.75 (equivalent to that applied to gasoline-powered vehicles) (1,46). Total emissions of lead from the combustion of aviation gasoline were estimated at 173 tonnes.

## 4.3 Gasoline Outboard Motors

Emissions could not be estimated for this sector because of a lack of data. However, a large portion of the emissions are assumed to be released as underwater exhaust.

# 5 EMISSIONS FROM WASTE INCINERATION

## 5.1 Municipal Refuse Incineration

**5.1.1 Process Description.** The most common municipal incinerator is a refractory-lined chamber with a grate upon which refuse is burned. It is usually batch-fed. In some newer incinerators, water-walled furnaces are used.

**5.1.2 Emission Sources and Controls.** The quantity and characteristics of emissions generated by solid waste incineration depend largely on the type of furnace used. Batch-fed units emit large quantities of uncombusted particulates after charging, while the type of grate used in continuously-fed units determines the quantity of particulate emissions.

Pit incinerators surveyed were largely uncontrolled and particulate control on other municipal incinerators varied widely. The newest plants used electrostatic precipitators while water sprays and settling chambers were used on others.

**5.1.3 Emissions.** Throughput data on municipal refuse incineration was available for 1980, 1981 and 1982 (4). Emissions were estimated based on the throughput data, an uncontrolled particulate emission factor of 15 kg/tonne of refuse burned (47), the appropriate control efficiency for each incinerator, and an assumed lead concentration of 3.5 percent in the total particulates emitted (1,4). Total lead emissions from municipal incinerators were estimated at 67 tonnes for 1982.

## 5.2 Sewage Sludge Incineration

**5.2.1 Process Description.** Sewage sludge is a by-product of sewage treatment processes. Incineration was used to dispose of sludge in five municipalities in Ontario and British Columbia in 1982.

In the incineration process, sludge is freed of moisture prior to combustion and the temperature is elevated to the ignition point. Air and auxiliary fuel may be required to support and maintain combustion. The residual inorganic ash is then cooled and disposed of. Multiple-hearth furnaces were used at three incineration facilities, while two other facilities used fluidized-bed incinerators. The furnace is the major source of particulate emissions.

**5.2.3 Emissions.** Trace amounts of lead have been found in sewage sludge, ranging from 71 ppm to 430 ppm on a dry basis (1,48). Based on the quantity of sludge incinerated, emissions were calculated using lead emission factors of 0.015 kg/tonne of sludge incinerated for multiple-hearth furnaces, and 1.25 g/tonne of sludge incinerated for

fluidized bed furnaces (35). Total lead emissions from sewage sludge incineration in 1982 were estimated at 2 tonnes.

## 5.3 Waste Oil Incineration

**5.3.1 General.** In some parts of Canada industrial wastes and waste oils are incinerated. Data on incineration of industrial effluents were not available; however, the incineration of waste oil is considered the most significant source of emission (1,4). Waste oils are also mixed with residual oil and burned as a fuel. This practice has been banned in the four western provinces (2). Information on the quantities of waste oil incinerated was obtained from a recent report on hazardous wastes (49).

**5.3.2 Emissions.** The quantity of lead emitted to the atmosphere during combustion depends mainly on the lead content of the waste oil and operating conditions of the combustion facility. Emissions were calculated using a Pb emission factor of 4.8 g/L of oil consumed, based on a concentration of 1 percent lead in the waste oil (1,12,50,51). Total lead emissions from waste oil incineration in 1982 were estimated at 130 tonnes, shown by province in Figure 7.

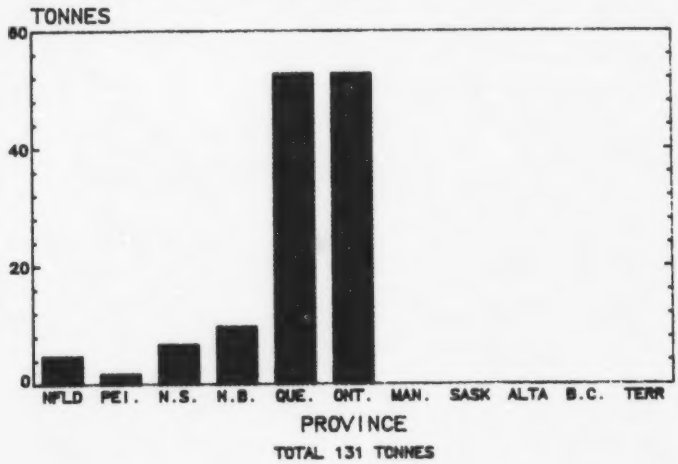



FIGURE 7 PROVINCIAL LEAD EMISSIONS IN 1982 FROM WASTE OIL INCINERATION

# 6 EMISSIONS FROM MISCELLANEOUS SOURCES

## 6.1 Gasoline Marketing

**6.1.1 General.** In addition to the inorganic emissions of lead created by the combustion of leaded gasoline, organic lead emissions occur during the handling of gasoline. These emissions occur as losses of lead alkyl vapours when transferring gasoline at the refinery, transfer terminal, bulk station, and finally the service station.

**6.1.2 Emissions.** Loss of hydrocarbons from storage tanks at petroleum refineries were estimated for 1982 based on 1980 data (4). Lead emissions were calculated based on an average lead content of 0.46 g/L of leaded gasoline (52). It was assumed that, since 61 percent of the total gasoline pool was leaded in 1982, 61 percent of the hydrocarbon losses were from leaded gasoline, and that the density in the condensed vapour was 0.51 kg/L (1,53). Total loss of lead alkyls from storage tanks was estimated at 23 tonnes.

Losses also occur each time gasoline is transferred to fill tanks (including terminal and bulk station tanks, service station tanks and automobile tanks). Emissions were estimated based on a gasoline emission factor of 1.48 g/L of gasoline consumed (1,54), and gasoline consumption figures (45), and by assuming the density of gasoline as 0.74 kg/L. In 1982, 61 percent of the gasoline was leaded at an average lead content of 0.46 g/L (52). Based on these factors, the loss of lead alkyls during the filling of tanks was estimated at 20 tonnes. To account for vapours escaping from underground tanks when fuel is delivered to the station, this number must be doubled.

Lead emissions from gasoline marketing in 1982 were therefore estimated to be 63 tonnes.

## 6.2 Pesticide Application

Lead arsenate, which was used as spray to control insects, is no longer marketed (1) (55). Therefore emissions of lead arising from this product are considered negligible.

## 7 EMISSION TRENDS

Total emissions of lead to the atmosphere in 1982 on a provincial basis are shown in Figure 8. Comparison of the 1982 data with the 1978 inventory (1) shows an overall decline in lead emissions from 14 534 tonnes to 11 466 tonnes. The decline in automotive emissions from 9154 tonnes to 7000 tonnes is due to an increase in the number of cars burning unleaded gasoline, in addition to a decrease in the lead content of leaded gasoline.

Emissions of lead from automobiles comprise 61 percent of total lead emissions to the air. As discussed in Section 4, a direct relationship exists between gasoline consumption, lead content, and emissions of lead.

Figure 9 illustrates estimated emissions of lead from gasoline-powered vehicles between 1933 and 2003. It is evident that emissions declined after Environment Canada introduced regulations to limit the lead content in gasoline in 1973.

Two new regulations affecting emissions will come into effect in 1987. As of January 1, 1987, the maximum allowable lead level in automotive gasoline will be 0.29 g/L. As of September 1, 1987 (1988 model year), all new light duty vehicles will require catalytic converters to meet more stringent emissions levels for carbon monoxide, hydrocarbons and nitrogen oxides. Both of these regulations will reduce lead emissions significantly.

The projected emissions are based on gasoline demand forecasts, Dupont's Escon computer model, and an estimated lifetime of 10 years for all light-duty vehicles. Assuming a linear decrease over a 10-year period, only heavy duty trucks will be burning leaded gasoline in 1998 if no misfuelling is done. The rate of misfuelling, which refers to the use of leaded gasoline in cars designed for unleaded gasoline, is estimated at between 10 and 20 percent. These estimates are based on reported misfuelling, as well as observed differences between unleaded gasoline consumption and projected unleaded gasoline demand based on vehicle type and number.

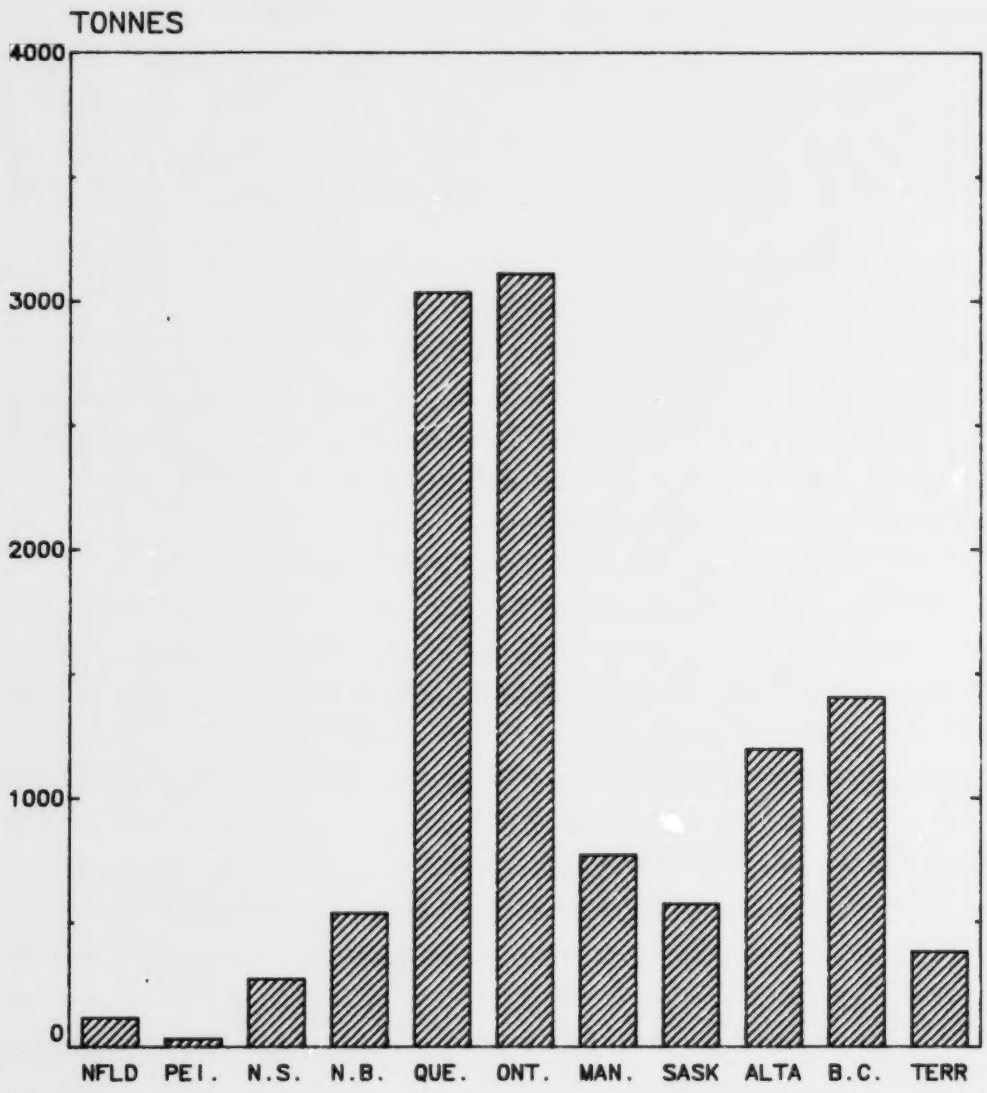



FIGURE 8 LEAD EMISSIONS BY PROVINCE IN 1982

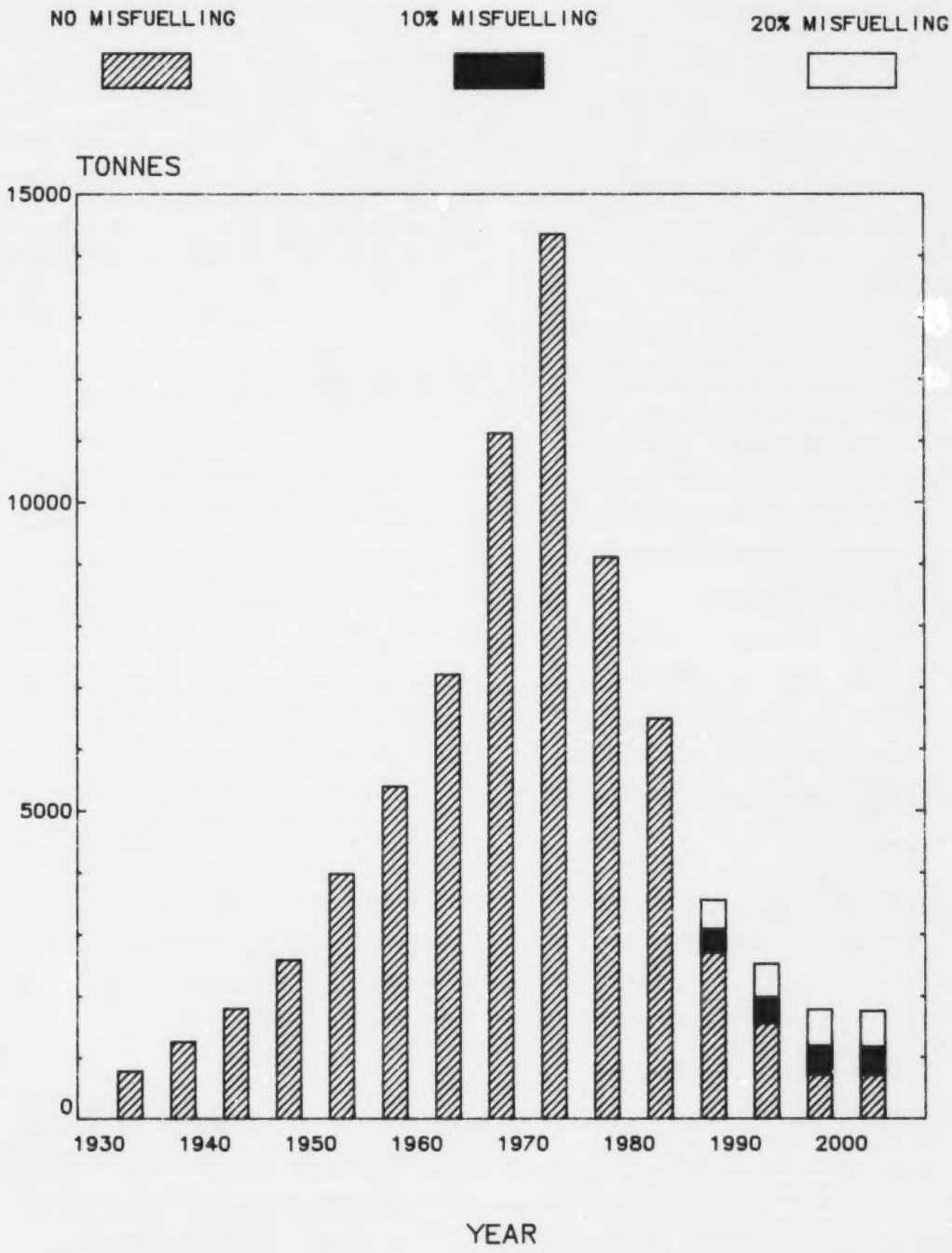



FIGURE 9 ESTIMATED LEAD EMISSIONS FROM GASOLINE-POWERED MOTOR VEHICLES 1933-2003

# 8 LEAD IN EFFLUENTS

A significant amount of lead enters surface waters by atmospheric washout. However, certain point sources, primarily in the industrial sector, contribute to high concentrations in local waters. Lead may be discharged in effluents from a variety of industrial sectors and from municipal sewage treatment plants. Any industries which consume or produce lead may be considered potential dischargers of lead via effluents. Some consumers, such as solder and babbitt manufacturers, use lead in relatively dry processes and, consequently, do not discharge significant quantities.

## 8.1 Mining and Smelting

In mining operations, lead may be discharged in effluents from the milling circuits, and transported to tailings areas, where the water is decanted, treated and discharged to the environment. Drainage water from open-pit or underground mines also presents a potential discharge of lead to local water courses.

Process waters, contact cooling water and wash-down waters used in the smelting of lead concentrates from mills are other potential sources of lead-bearing discharges into local receiving waters.

Discharges of lead from these operations were estimated for 1982 at 78 tonnes. This estimate is based upon the best available information on flow volumes, lead concentrations, and loadings (56,57,58,59,60,61).

## 8.2 Metal Plating

In metal plating, lead is occasionally plated onto other metals for corrosion resistance. High acidity in plating baths can dissolve lead electrodes (used in the plating of chromium). Some of this lead would then be discharged with the neutralized bath liquid. Lead discharges in 1982 were estimated at 5 tonnes (62,63,64).

## 8.3 Storage Battery Manufacture

This industry has been described in detail in Section 2.13. Both lead-based chemicals and metallic lead are used in the production of plates for storage batteries. Wash waters and rinse tank waters are discharged from these plants, usually following precipitation or neutralization, and may carry particulate and dissolved lead. Lead discharges from this sector were estimated at 4 tonnes for 1982 (65,66).

## 8.4 Chemicals Manufacturing

Wastewaters from tetraethyl and tetramethyl lead production carry significant amounts of lead to receiving waters. The production of lead chemicals, especially in aqueous forms, generates process and washdown waters that contain lead. In addition, lead oxides used in the production of paints and primers are discharged with process effluents. Lead discharged from these operations in 1982 were estimated at 37 tonnes (67).

## 8.5 Other Sectors

The following sectors have not been described in detail, but discharged significant quantities of lead-bearing effluents in 1982: metal fabrication, 2 tonnes; foundries, F1 tonne; primary iron and steel production, 9 tonnes; pulp and paper mills, 9 tonnes; refineries, 2 tonnes; other miscellaneous sources, 4 tonnes; and municipal sewage treatment plants, 412 tonnes (68,69,70,71).

Municipal sewage is the largest single source of lead entering the environment in effluents. This discharge of lead includes both treated and untreated domestic sewage as well as industrial discharges not accounted for in the above categories. Many urban sewage systems are partly combined sewer systems that include storm water runoff. Since lead deposits on roads are derived from the fallout of tetraethyl lead emissions from motor vehicles, some double counting of the total lead input to the environment will result. However, it is believed that the relative size of this double counting is small in comparison to the total amount of lead discharged (68,72).

## 8.6 Summary

Discharges of lead in effluents are summarized by receiving watersheds in Figure 10.

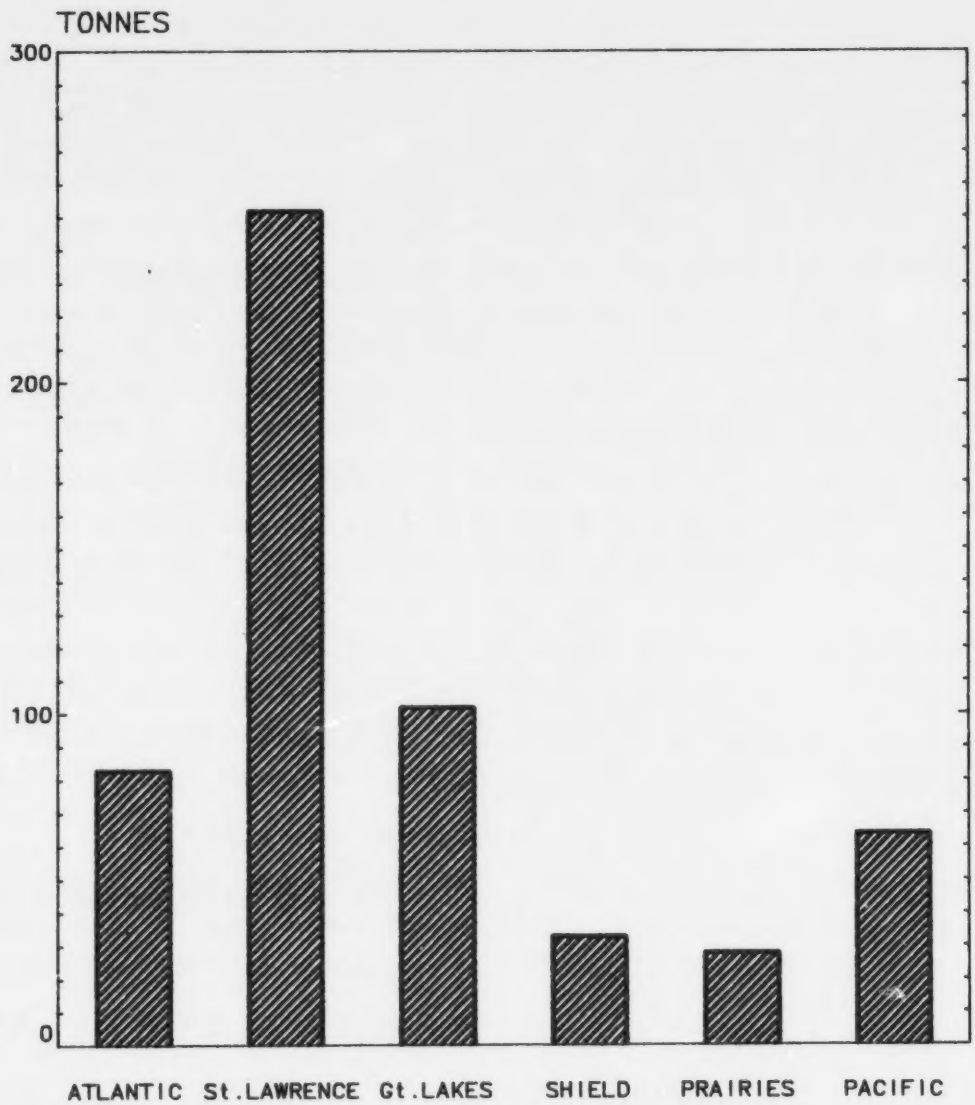



FIGURE 10 SUMMARY OF LEAD DISCHARGES IN EFFLUENTS BY REGION 1982

## 9 LEAD IN SOLID WASTES

No complete material balance has ever been made for lead in Canada. In an attempt to quantify all sources of lead entering the environment, lead in solid wastes was examined.

The solid wastes from the milling of lead ores contain some residual lead since the recovery process (usually flotation) is not 100 percent efficient. The lead content in concentrator tailings from various major Canadian operations ranges from 0.01 to 1.0 percent by weight (73,74,75,76). The quantity of tailings may be taken as approximately 85 to 90 percent of the ore mined (15). These factors lead to an estimate of 38 000 tonnes per year of contained lead being disposed of in the tailings from lead and major classes of mixed ores (i.e., Pb, Pb-Zn, Cu-Pb-Zn). This lead is principally in its initial galena form. The potential for mobilization of this lead includes the possible paths of the tailings pond overflow, seepage to the underlying strata, and weathering by wind and runoff.

The solid wastes generated by the primary smelting and refining of lead, zinc, copper and nickel are slags, drosses and sludges. On the basis of average analysis, the contained lead in these wastes was estimated at 18 000 tonnes per year. The lead in these wastes is almost entirely (97%) in the form of slags with an unknown but estimated slow rate of release to the land.

Canada produces approximately 450 000 tonnes of sewage sludge annually. Based on an average lead content of 33 ppm in digested sludge (68), approximately 15 tonnes of lead enter the environment in the sludge, with most being deposited to the land.

Lead in ammunition, particularly lead shot, contributes significantly to the lead entering the environment. Accurate data do not exist on total usage; however. based on manufacturers' consumption of lead in production of lead shot and sales of lead shot, estimates can be made. Based on these estimates, approximately 1500 tonnes of lead enter the environment as spent shot each year.

Lead contained in solid wastes from all other significant sources was estimated based on two reports (77,78) that quantify hazardous wastes and lead concentrations associated with them. The estimated annual lead contents in these solid wastes were as follows: secondary lead smelting, 4000 tonnes; petroleum refining, 80 tonnes; explosives, 30 tonnes; leather tanning, 1 tonne; and inorganic pigments, 100 tonnes. The total lead in solid wastes was estimated at 61 000 tonnes for 1982.

It should be noted that this area has not undergone as rigorous an analysis as have both air emissions of lead and discharges of lead in effluents. Although not fully examined, the potential for uptake of lead by humans from solid wastes is considered significantly less than the potential for uptake associated with atmospheric emissions.

## REFERENCES


1. Environment Canada, National Inventory of Sources and Emissions of Lead (1978), Environmental Protection Service Report EPS 3-EP-83-6, November 1983.

2. Environment Canada, National Inventory of Sources and Emissions of Lead (1970), Internal Report, APCD 73-7, November 1973.

3. U.S. Environmental Protection Agency, Control Techniques for Lead Air Emissions - Volume II, Chapter 4, Appendix B, December 1977.

4. Environment Canada, Environmental Protection Programs Directorate, Inventory Management Division, unpublished information.

5. Bigauskus, J., Lead-1982, Energy, Mines and Resources Canada, Ottawa.

6. Energy, Mines and Resources Canada, Mineral Policy, Information Systems Division, unpublished information, March 1985.

7. Kirk, R.E. and D.F. Othmer, Encyclopedia of Chemical Technology, Volume 12, 3rd Edition, John Wily and Sons, New York, 1978.

8. Lead in the Human Environment, National Academy of Sciences, Washington, DC., 1980.

9. Snyder, R.B., A Study of Environmental Pollution by Lead. Illinois Institute of Environmental Quality Document No. 71-7, Chicago, Illinois, November 1971.

10. U.S. Environmental Protection Agency, Emission Study of Industrial Sources of Lead Air Pollutants, Report Pb 223652, 1970.

11. Canadian Mines Handbook (1983-84), Northern Miner Press Ltd., Toronto, Ontario, 1983.

12. U.S. Environmental Protection Agency, Control Techniques for Lead Air Emissions, Volume I, December 1977.

13. Environment Canada, Environmental Protection Programs Directorate, Pollution Measurement Division, unpublished information.

14. Unpublished information provided by primary lead/zinc copper/nickel producers, May 1985.

15. Environment Canada, A Nationwide Inventory of Emissions of Air Contaminants (1978), Environmental Protection Service, Report EPS 3-AP-83-10, December, 1983.

16. Environment Canada, Status Report on Compliance with Secondary Lead Smelter Regulations-1984, Environmental Protection Service Report EPS 1/MM/1, June, 1985.

17. Industry, Trade and Commerce Canada, Manual and Directory of the Brass and Bronze Foundries and Ingot Makers in Canada, 1978.

18. Statistics Canada, Personal Communication.

19. Stack Sampling Canadian National Moncton Foundry, Arthur Gordon Environmental Consultants, Nov. 1981.

20. Statistics Canada, Manufacturing Industries of Canada 1982, Publication No. 31-203.

21. Aylsworth, J.A., Coal and Coke, 1982, Energy, Mines and Resources Canada, Ottawa.

22. Environment Canada, Environmental Protection Programs Directorate, unpublished information.

23. Environment Canada, Coal Study (draft), December, 1980.

24. Trace Elements in Coal Occurrence and Distribution, Illinois State Geological Survey, Urbana, June 1977.

25. Environment Canada, Trace Elements in Canadian Coals, Air Polluton Control Directorate, Environmental Protection Service, Report EPS 3-AP-82-6, August 1982.

26. Ontario Hydro, Trace Element Content of Western Canadian Coals, Report No. 80-309-A, 1980.

27. Ontario Hydro, Trace Element Content of American Coals, Report No. 77-156-K, 1977.

28. Energy, Mines and Resources Canada, Statistical Review of Coal in Canada, 1981.

29. Environment Canada, Revised Version of the National Inventory of Sources and Emissions of Lead Report (1970), Update No. 2, Internal Memo, March 1975.

30. Stonehouse, D.H., Cement, Energy, Mines and Resources Canada, 1982.

31. Warda, R.D., and R.K. Bahr, Sampling and Characterization of Cupola Emissions, Energy, Mines and Resources Canada, July 1973.

32. Warda, R.D., Energy, Mines and Resources Canada, Personal Communication.

33. Statistics Canada, Glass and Glass Products Manufacturers, 1982 and 1980 Publication No. 44-204.

34. Environment Canada, Environmental Protection Programs Directorate, Chemical Industries Division, unpublished information.

35. U.S. Environmental Protection Agency, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, 3rd Edition, Supplement No. 9, March 1979.

36. Statistics Canada, Paint and Varnish Manufacturers, Publication No. 46-210.

37. Teknetron Research Inc., A Study to Ascertain the Increase in Electric Power Prices Due to Implementing Controls to Reduce Acid Rain Pollutants From Thermal Power Stations, Attachment B, June 1981.

38. Edwards, L.E., Trace Metals and Stationary Convential Combustion Processes - Project Summary, U.S. Environmental Protection Agency, February 1981.

39. Statistics Canada, Quarterly Report on Energy Supply-Demand in Canada (1982), No. 57-003.

40. Statistics Canada, Electric Power Statistics - Volume II (1982), No. 57-202.

41. Ontario Hydro, Estimates of Atmospheric Emissions from Fossil-Fuel Fired Thermal Generating Stations (1978), Report CTS-07120-1, February 1979.

42. U.S. Environmental Protection Agency, Sommers, J., Personal Communication.

43. U.S. Environmental Protection Agency, The Health and Environmental Impacts of Lead - An Assessment of the Need for Limitations, Office of Toxic Substances, Washington, April 1979.

44. Oil Week, Petroleum Marketing Report, June 27, 1983.

45. Statistics Canada, Road Motor Vehicle Fuel Sales (1982), Publication No. 53-218.

46. Statistics Canada, Refined Petroleum Products (1982), Publication No. 45-208.

47. U.S. Environmental Protection Agency, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, 3rd Edition, Parts A & B (including supplements 1-7), August 1977.

48. Greenberg, R.L., Atmospheric Emissions of Elements on Particles from the Parkway Sewage Sludge Incinerator, Environmental Science and Technology, Volume 15, Number 1, pp. 64-70, January 1981.

49. Environment Canada, Data on Hazardous Wastes, Rubber Wastes and Oil Wastes in Canada - 1983, Procter and Redfern Limited, Resource Integration System Limited, and Gore and Storrie Limited, October 1984.

50. U.S. Environmental Protection Agency, Waste Automotive Lubricating Oil as a Municipal Incinerator Fuel, September 1973.

51. U.S. Energy Research and Development Administration, Waste Lubricating Oil Research, Part 4-A Summary of Composition Variations Among 30 Used Lubricating Oils Selected for Seasonal and Geographical Significance, October 1976.

52. Environment Canada, Environmental Protection Programs Directorate, Chemical Contaminants Branch, unpublished information.

53. American Petroleum Institute, Evaporation Loss from External Floating Roof Tanks, 2nd Edition, February 1980.

54. Dougherty, M.J., Gasoline Vapour Control at Service Stations, American Institute of Chemical Engineers Symposium Series, Vol. 73, 1977.

55. Ciba-Geigy Canada Limited, Agricultural Division, Mississauga, Ontario, March 1981.

56. Environment Canada, Status Report on the Abatement of Water Pollution from The Canadian Metal Mining Industry (1982). Environmental Protection Service Report (in preparation).

57. Environnement Canada, Collecte des données générales d'opération et caractérisation des effluents des mines d'or du Québec. Project No. A1530A, Volume 1. 1983.

58. Ministry of Environment Ontario, A Water Pollution Control Status Report: Active Mining Operations in the Province of Ontario, 1979.

59. Moffett, D., The Disposal of Solid Wastes and Liquid Effluents from the Milling of Uranium Ores, Canadian Centre for Mining and Metallurgy Report No. 76-19. 1976.

60. Statistics Canada, General Review of the Mineral Industries: Mines, quarries & oil wells, Report No. 26-201, 1982.

61. Data Supplied by the Ministries of Environment for New Brunswick and British Columbia.

62. Environnement Canada, Inventaire des industries de traitement de surface, Service de la protection de l'environnement, Région du Québec, Partie II, 1983.

63. Monitoring data provided by governments of British Columbia and Manitoba.

64. U.S. Environmental Protection Agency, Development Document for Effluent Limitations Guidelines and Standards for the Metal Finishing Point Source Category, EPA 440/1-82/091-b, 1982.

65. Haas, W.R. and S. Miller, Evaluation of Lead Plant Wastewater Treatment Methods Part I - Treatment of Wastewater from Battery Manufacture, IIT Research Institute Report No. IITRI-C8213-2. Prepared for International Lead Zinc Research Organization, 1972.

66. U.S. Environmental Protection Agency, Battery Manufacturing Point Source Category; Effluent Limitations Guidelines, Pretreatment Standards, and New Source Performance Standards. Final Rule, Federal Register 40CFR, Part 461, 1984.

67. Environment Canada and Ontario Ministry of the Environment, Inventory of Major Industrial Point Source Discharges in the Great Lakes Basin - 1982, prepared under Canada Ontario Agreement on Great Lakes Water Quality, January 1984.

68. Atkins, E.D. and J.R. Hawley, Sources of Metals and Metal Levels in Municipal Wastewaters, Canada-Ontario Agreement on Great Lakes Water Quality, Research Report No. 80, 1978.

69. Environnement Canada, Inventaire des industries de traitement de surface, Service de la protection de l'environnement, Région du Québec, Partie 1, 1982.

70. Environnement Canada, Report d'échantillonnage des eaux-usées industrielles, Service de la protection de l'environnement, 1978.

71. Statistics Canada, Manufacturing Industries of Canada: National and Provincial Areas, Report No. 31-203, 1981.

72. Environment Canada MUNDAT data base.

73. Mineral Waste Resources of Canada, Report No. 4 - Mining Wastes in the Atlantic Provinces, March 1980.

74. Collings, R.K., Mineral Waste Resources of Canada, Report No. 3 - Mining Wastes in British Columbia, Nov. 1978.

75. Collings, R.K., Mineral Waste Resources of Canada, Report No. 2 - Mining Wastes in Quebec, June 1978.

76. Collings, R.K., Mineral Waste Resources of Canada, Report No. 1 - Mining Wastes in Ontario, Nov. 1975.

77. Gore and Storrie Limited, Canadian National Inventory of Hazardous and Toxic Wastes, Volume 3, January 1982.

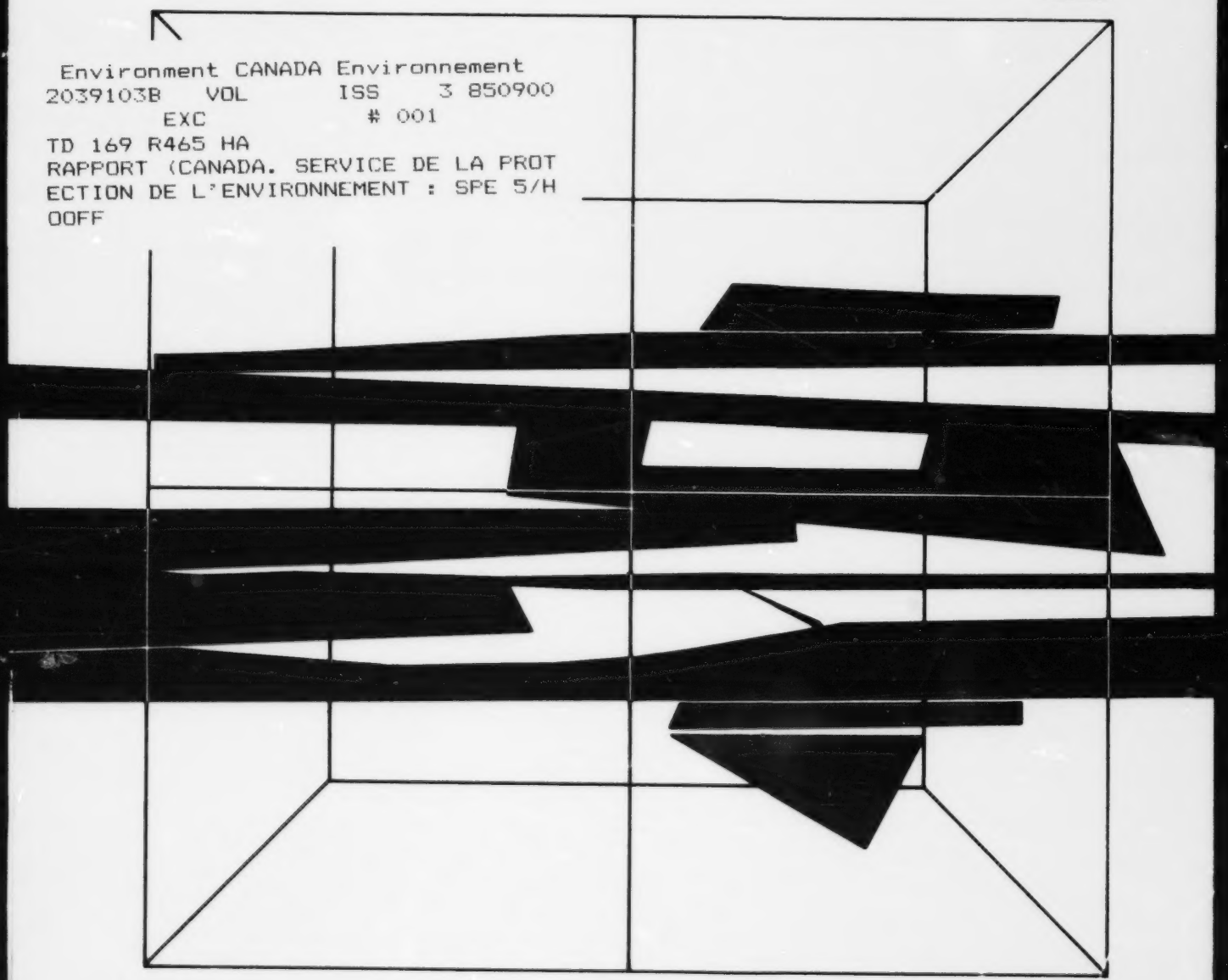
78. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Solid Wastes, Background Document Resource Conservation and Recovery Act - Identification and Listing of Hazardous Wastes.

# Inventaire national des sources et des rejets de plomb (1982)

Rapport SPE 5/HA/3
Septembre 1985

1885 1985

Environment CANADA Environnement
2039103B VOL ISS 3 850900
EXC # 001
TD 169 R465 HA
RAPPORT (CANADA. SERVICE DE LA PROT
ECTION DE L'ENVIRONNEMENT : SPE 5/H
OOFF



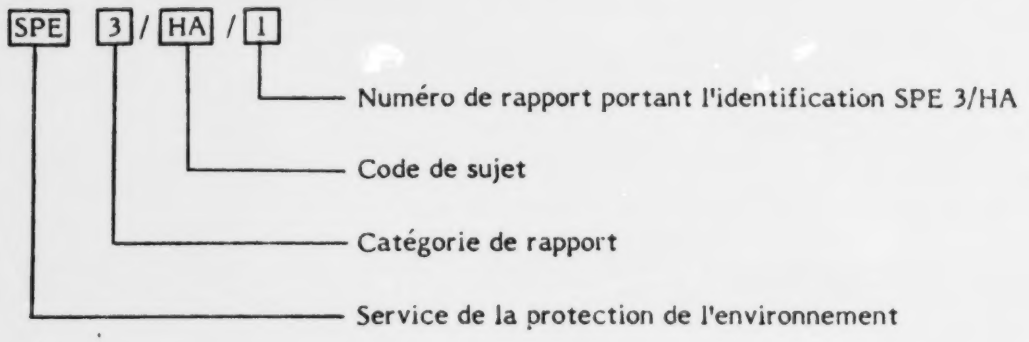
Environnement Canada
Service de la protection de l'environnement

Environment Canada
Environmental Protection Service

Canada

## RAPPORTS DU SERVICE DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

**Exemple de numérotage:**




**Catégories**

| | |
|---|---|
| 1 | Règlements/Lignes directrices/ Codes de procédure |
| 2 | Consultation publique: évaluation des problèmes, options de contrôle |
| 3 | Recherche et développement technologique |
| 4 | Revues de la documentation |
| 5 | Relevés |
| 6 | Évaluations des impacts sur l'environnement |
| 7 | Surveillance |
| 8 | Propositions, analyses et énoncés de principes généraux |
| 9 | Guides |

**Sujets**

| | |
|---|---|
| AG | Agriculture |
| AP | Polluants atmosphériques |
| AT | Toxicité aquatique |
| CC | Produits chimiques commerciaux |
| CP | Pollution - consommateurs |
| FP | Traitement des aliments |
| HA | Déchets dangereux |
| IC | Chimie inorganique |
| MA | Pollution marine |
| MM | Exploitation minière et traitement des minéraux |
| NR | Régions du Nord |
| PF | Papier et fibres |
| PG | Production de l'électricité |
| PN | Pétrole et gaz naturel |
| SP | Déversements de pétrole et de produits chimiques |
| SRM | Méthode de référence normalisée |
| TS | Systèmes de transport |
| UP | Pollution urbaine |

Sujets et codes additionels sont introduits au besoin. Une liste de rapports du SPE peut être obtenue en s'adressant à la Section des publications, Service de la protection de l'environnement, Environnement Canada, Ottawa (Ontario) K1A 1C8.

Centenaire des parcs nationaux
1885
1985
National Parks Centennial

**1885–1985: 100 ans de conservation du patrimoine**
Le premier parc national du Canada a été aménagé en 1885, à Banff en Alberta. Aujourd'hui il y a des parcs nationaux et des parcs historiques nationaux dans chaque province et territoire. Le centenaire des parcs nationaux représente l'occasion de réaffirmer le désir de préserver notre patrimoine au profit de tous les Canadiens.

# INVENTAIRE NATIONAL DES SOURCES ET DES REJETS DE PLOMB (1982)

A.P. Jaques
Environnement Canada
Service de la protection de l'environnement
Direction générale des programmes de protection de l'environnement

SPE 5/HA/3
Septembre 1985

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1985
N° de cat. En 49-4/5-3
ISBN 0-662-54021-2
IMPRIMERIE BEAUREGARD LIMITÉE

## COMMENTAIRES

Tout commentaire relatif au présent rapport doit être adressé au:

Chef
Division de la gestion des inventaires
Direction de la gestion des programmes
Service de la protection de l'environnement
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 1C8

## RÉSUMÉ

Les quantités estimatives de plomb rejetées dans l'environnement en 1982 par la voie des émissions, des effluents ou des déchets solides sont résumées dans le présent rapport. Les émissions et les effluents ont été regroupés par source, par secteur et par province. Les données présentées se fondent sur les résultats de mesures à la source, sur des facteurs d'émission des procédés et sur les tonnages de production. On évalue les émissions de plomb causées par l'homme à 11 466 tonnes en 1982, dont 61 p. 100 provenant des véhicules automobiles mus à l'essence; et les rejets de plomb par les effluents, à 562 tonnes, dont 73 p. 100 dans les égouts urbains. Une étude préliminaire a permis d'évaluer à 61 000 tonnes le plomb contenu dans les déchets solides, mais l'homme est beaucoup moins exposé à absorber ce plomb que le plomb émis dans l'atmosphère.

TABLE DES MATIÈRES


| | | |
|---|---|---|
| RÉSUMÉ | | IV |
| LISTE DES FIGURES | | VII |
| LISTES DES TABLEAUX | | VIII |
| SOMMAIRE | | IX |
| 1 | INTRODUCTION | 1 |
| 1.1 | Aperçu général | 1 |
| 1.2 | Méthodologie | 1 |
| 1.3 | Utilisations et propriétés du plomb | 2 |
| 2 | ÉMISSIONS INDUSTRIELLES | 6 |
| 2.1 | Extraction, préparation et concentration des minerais plombifères | 6 |
| 2.2 | Plomb et zinc de première fusion | 7 |
| 2.3 | Cuivre et nickel de première fusion | 8 |
| 2.4 | Plomb de seconde fusion | 9 |
| 2.5 | Fonderies de laiton et de bronze | 10 |
| 2.6 | Industrie des produits métalliques | 10 |
| 2.7 | Fabrication du coke métallurgique | 11 |
| 2.8 | Fer et acier de première fusion | 12 |
| 2.9 | Fabrication des ferro-alliages | 14 |
| 2.10 | Cimenteries | 14 |
| 2.11 | Fonderies de ferreux | 15 |
| 2.12 | Fabrication du verre au plomb | 15 |
| 2.13 | Fabrication des accumulateurs | 16 |
| 2.14 | Fabrication des dérivés alcoylés du plomb | 17 |
| 2.15 | Fabrication d'oxydes et de pigments à base de plomb | 17 |
| 2.16 | Exploitation des sables bitumineux | 17 |
| 3 | ÉMISSIONS DUES À L'UTILISATION DE COMBUSTIBLES; SOURCES FIXES | 20 |
| 3.1 | Production d'électricité | 20 |
| 3.2 | Utilisation industrielle | 20 |
| 3.3 | Utilisation commerciale | 21 |
| 3.4 | Utilisation domestique | 21 |
| 4 | ÉMISSIONS DUES À L'UTILISATION DES CARBURANTS; MOYENS DE TRANSPORT | 23 |
| 4.1 | Véhicules routiers et matériels non routiers mus à l'essence | 23 |
| 4.2 | Aéronefs | 23 |
| 4.3 | Moteurs hors-bord à essence | 24 |

| | | |
|---|---|---|
| 5 | ÉMISSIONS DUES À L'INCINÉRATION DES DÉCHETS | 25 |
| 5.1 | Incinération des déchets urbains | 25 |
| 5.2 | Incinération des boues résiduaires | 25 |
| 5.3 | Incinération des huiles usées | 26 |
| 6 | ÉMISSIONS DE SOURCES DIVERSES | 27 |
| 6.1 | Mise en marché de l'essence | 27 |
| 6.2 | Épandage des pesticides | 27 |
| 7 | ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS | 28 |
| 8 | PLOMB DANS LES EFFLUENTS | 31 |
| 8.1 | Extraction et fusion des minerais | 31 |
| 8.2 | Métallisation | 31 |
| 8.3 | Fabrication des accumulateurs | 31 |
| 8.4 | Fabrication des produits chimiques | 32 |
| 8.5 | Autres secteurs | 32 |
| 8.6 | Sommaire | 32 |
| 9 | PLOMB DANS LES DÉCHETS SOLIDES | 34 |
| RÉFÉRENCES | | 36 |

## LISTE DES FIGURES


| | | |
|---|---|---|
| S.1 | ÉMISSIONS DE PLOMB DANS L'ATMOSPHÈRE EN 1982 | XIII |
| S.2 | REJETS DE PLOMB DANS LES EFFLUENTS EN 1982 | XIII |
| 1 | ÉMISSIONS DE PLOMB DUES À L'EXTRACTION, À LA PRÉPARATION ET À LA CONCENTRATION DES MINERAIS PLOMBIFÈRES EN 1982, PAR PROVINCE | 7 |
| 2 | ÉMISSIONS DE PLOMB DUES À L'ÉLABORATION DU CUIVRE ET DU NICKEL DE PREMIÈRE FUSION EN 1982, PAR PROVINCE | 9 |
| 3 | ÉMISSIONS DE PLOMB DE L'INDUSTRIE DES PRODUITS MÉTALLIQUES EN 1982 | 11 |
| 4 | ÉMISSIONS DE PLOMB DUES À L'ÉLABORATION DU FER ET DE L'ACIER DE PREMIÈRE FUSION EN 1982, PAR PROVINCE | 13 |
| 5 | ÉMISSIONS DE PLOMB DUES AUX SOURCES FIXES EN 1982, PAR TYPE DE COMBUSTIBLE | 22 |
| 6 | ÉMISSIONS DE PLOMB DUES AUX VÉHICULES AUTOMOBILES À ESSENCE EN 1982, PAR PROVINCE | 24 |
| 7 | ÉMISSIONS DE PLOMB DUES À L'INCINÉRATION DES HUILES USÉES EN 1982, PAR PROVINCE | 26 |
| 8 | ÉMISSIONS DE PLOMB EN 1982, PAR PROVINCE | 29 |
| 9 | ÉVALUATION DES ÉMISSIONS DE PLOMB DUES AUX VÉHICULES AUTOMOBILES À ESSENCE POUR LA PÉRIODE 1933-2003 | 30 |
| 10 | RÉPARTITION DES REJETS DE PLOMB DANS LES EFFLUENTS EN 1982, PAR RÉGION | 33 |

## LISTE DES TABLEAUX


| | | |
|---|---|---|
| S.1 | SOMMAIRE DES ÉMISSIONS DE PLOMB EN 1982 | XI |
| S.2 | SOMMAIRE DES REJETS DE PLOMB DANS LES EFFLUENTS EN 1982 | XII |
| 1 | FACTEURS D'ÉMISSION DU PLOMB | 3 |
| 2 | FACTEURS DE REJET DU PLOMB DANS LES EFFLUENTS | 4 |
| 3 | CONSOMMATION INDUSTRIELLE DE PLOMB AU CANADA EN 1982 | 4 |
| 4 | PROPRIÉTÉS DU PLOMB À L'ÉTAT ÉLÉMENTAIRE | 5 |
| 5 | UTILISATIONS DE CERTAINS COMPOSÉS DU PLOMB | 5 |

## SOMMAIRE

Le présent inventaire détermine les sources anthropiques de plomb dans l'environnement: émissions, effluents, déchets solides. Voici les définitions de ces termes:

Émissions : rejets, gazeux ou sous forme de particules, dans l'atmosphère;

Effluents : rejets liquides dans les eaux de surface;

Déchets solides : solides exigeant une certaine forme de traitement et d'élimination.

Les quantités estimatives de plomb rejeté en 1982 sont exprimées en tant que plomb à l'état élémentaire. Le tableau S.1 porte sur les émissions de plomb; le tableau S.2, sur les effluents. Les figures S.1 et S.2 répartissent les émissions et les effluents selon leur source.

Pour 1982, le total des émissions anthropiques de plomb est évalué à 11 466 tonnes, dont 7000 (61 p. 100) sont dues aux véhicules automobiles mus à l'essence; 1706 (15 p. 100), aux ateliers de fusion du cuivre et du nickel; 964 (8 p. 100), à l'extraction et à la concentration des minerais plombifères; et 600 (5 p. 100), à la première fusion du fer et de l'acier. Les 7 p. 100 qui restent proviennent de diverses autres sources.

Les principaux utilisateurs industriels de plomb, qui sont donc susceptibles d'en rejeter dans les eaux de surface par leurs effluents, sont énumérés au chapitre 8. Pour 1982, les rejets totaux de plomb déversé dans les effluents sont évalués à 562 tonnes, dont 49 sont attribuables à l'extraction et à la préparation des minerais, 29 aux ateliers de fusion et aux affineries, 37 à l'industrie chimique, 9 aux usines de pâtes et papiers, 412 aux eaux usées urbaines et 55 à d'autres sources.

La quantité de plomb contenue dans les déchets solides a été évaluée au chapitre 9. Les principales sources estimatives sont les résidus miniers (38 000 tonnes), les fonderies et les affineries de plomb, de zinc, de cuivre et de nickel de première fusion (18 000 tonnes) et le plomb de seconde fusion (4000 tonnes), pour un total de 61 000 tonnes. L'homme est beaucoup moins exposé à absorber le plomb provenant des déchets solides que le plomb émis dans l'atmosphère.

La comparaison des chiffres de 1982 et de ceux de 1978 montre une diminution globale des émissions de plomb de 21 p. 100. Les émissions des véhicules automobiles, de 9154 tonnes en 1978 sont passées à 7000 tonnes en 1982, soit une diminution de 24 p. 100, surtout attribuable à une utilisation moins forte des essences au plomb.

Quant à la plupart des autres secteurs industriels qui affichent des diminutions d'émissions, les différences sont imputables à une production moins élevée et à une épuration plus efficace des émissions.

## TABLEAU S.1 SOMMAIRE DES ÉMISSIONS DE PLOMB EN 1982

| Secteur | T.-N. | Î.-P.É. | N.-É. | N.-B. | Qc | Ont. | Man. | Sask. | Alb. | C.-B. | Terr. | Canada | % du total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Procédés industriels** | | | | | | | | | | | | | |
| Extraction, préparation et concentration des minerais plombifères | 8 | | 29 | 281 | | 31 | 4 | | | 259 | 352 | 964 | 8,42 |
| Plomb/zinc de première fusion | | | | 59 | | | 76 | | | 169 | | 304 | 2,66 |
| Cuivre/nickel de première fusion | | | | | 1194 | 205 | 305 | | | 2 | | 1706 | 14,88 |
| Plomb de seconde fusion | | | | | 5 | 7 | 1 | | < 1 | < 1 | | 14 | 0,12 |
| Fonderies de laiton et de bronze | | | | 14 | < 1 | 1 | | | | < 1 | | 16 | 0,14 |
| Industrie des produits métalliques | < 1 | | < 1 | < 1 | 18 | 42 | 2 | < 1 | 5 | 5 | | 75 | 0,65 |
| Production de coke métallurgique | | | < 1 | | | 2 | < 1 | < 1 | | < 1 | | 2 | 0,02 |
| Fer et acier de première fusion | | | 36 | | 238 | 226 | 12 | 64 | 10 | 14 | | 600 | 5,23 |
| Production de ferro-alliages | | | | | 14 | | | | | | | 14 | 0,12 |
| Fonderies de ferreux (1980) | | | < 1 | < 1 | 34 | 172 | < 1 | | 3 | 2 | | 212 | 1,85 |
| Cimenteries | < 1 | | < 1 | < 1 | 3 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | | 6 | 0,05 |
| Fabrication du verre au plomb | | | | < 1 | 3 | 5 | | | < 1 | 1 | | 10 | 0,09 |
| Fabrication de plomb alcoylé | | | | | | 42 | | | | | | 42 | 0,37 |
| Fabrication des accumulateurs | | | < 1 | | 2 | 15 | 1 | | 1 | 1 | | 20 | 0,17 |
| Fabrication d'oxydes et de pigments à base de plomb | < 1 | | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | | 1 | 0,01 |
| Exploitation des sables bitumineux | | | | | | | | | 20 | | | 20 | 0,17 |
| **Combustion; sources fixes** | | | | | | | | | | | | | |
| Production d'énergie électrique | < 1 | <1 | 2 | 1 | < 1 | 4 | < 1 | 3 | 3 | < 1 | < 1 | 14 | 0,12 |
| Utilisation industrielle | < 1 | <1 | < 1 | < 1 | 3 | 2 | < 1 | < 1 | < 1 | 1 | < 1 | 8 | 0,07 |
| Utilisation commerciale | < 1 | <1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | < 1 | 2 | 0,02 |
| Utilisation domestique | < 1 | <1 | < 1 | | | | | < 1 | < 1 | | | 1 | 0,01 |
| **Combustion; moyens de transport** | | | | | | | | | | | | | |
| Véhicules à moteurs mus à l'essence | 100 | 30 | 190 | 170 | 1390 | 2230 | 350 | 490 | 1120 | 910 | 20 | 7000 | 61,05 |
| Aéronefs | 3 | 2 | 6 | 1 | 21 | 39 | 20 | 11 | 28 | 29 | 13 | 173 | 1,51 |
| **Incinération des déchets solides** | | | | | | | | | | | | | |
| Incinération des déchets urbains | | | | | 36 | 23 | | 1 | | 7 | | 67 | 0,58 |
| Incinération des boues résiduaires | | | | | | 2 | | | | < 1 | | 2 | 0,02 |
| Incinération des huiles usées | 5 | 2 | 7 | 10 | 53 | 53 | | | | | | 130 | 1,13 |
| **Sources diverses** | | | | | | | | | | | | | |
| Mise en marché de l'essence | 1 | | 4 | 2 | 23 | 11 | 2 | 7 | 7 | 6 | | 63 | 0,55 |
| TOTAL | 118 | 34 | 276 | 541 | 3038 | 3113 | 775 | 578 | 1199 | 1408 | 386 | 11 466 | 100,00 |

TABLEAU S.2 SOMMAIRE DES REJETS DE PLOMB DANS LES EFFLUENTS EN 1982

| Secteur | T.-N. | Î.-P.É. | N.-É. | N.-B. | Qc | Ont. | Man. | Sask. | Alb. | C.-B. | Terr. | Canada | % du total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Extraction et préparation des minerais | 1 | | < 1 | 38 | 4 | 1 | 1 | <1 | | 3 | 1 | 49 | 9 |
| Ateliers de fusion et affineries | | | | | 2 | 3 | < 1 | | < 1 | 23 | | 29 | 5 |
| Métallisation | | | | | 5 | | < 1 | | < 1 | | | 5 | 1 |
| Fabrication des accumulateurs | | | < 1 | | < 1 | 3 | < 1 | | < 1 | < 1 | | 4 | < 1 |
| Fer et acier de première fusion | | | < 1 | | 3 | 3 | < 1 | 1 | < 1 | < 1 | | 9 | 2 |
| Fabrication de produits métalliques | | | | | | 1 | | | < 1 | < 1 | | 2 | < 1 |
| Fonderies | | | | | | < 1 | | | | | | < 1 | < 1 |
| Industrie chimique | | | | | 6 | 26 | | <1 | | 4 | | 37 | 7 |
| Usines de pâtes et papiers | | | | | 8 | | | 1 | | | | 9 | 2 |
| Raffineries | | | < 1 | | < 1 | < 1 | < 1 | <1 | < 1 | < 1 | <1 | 2 | < 1 |
| Eaux usées urbaines | 16 | <1 | 19 | 8 | 221 | 86 | 8 | 6 | 18 | 29 | 1 | 412 | 73 |
| Divers | | | | | < 1 | | | <1 | 2 | 2 | | 4 | 1 |
| TOTAL | 17 | <1 | 20 | 46 | 250 | 125 | 10 | 9 | 21 | 62 | 2 | 562 | 100 |

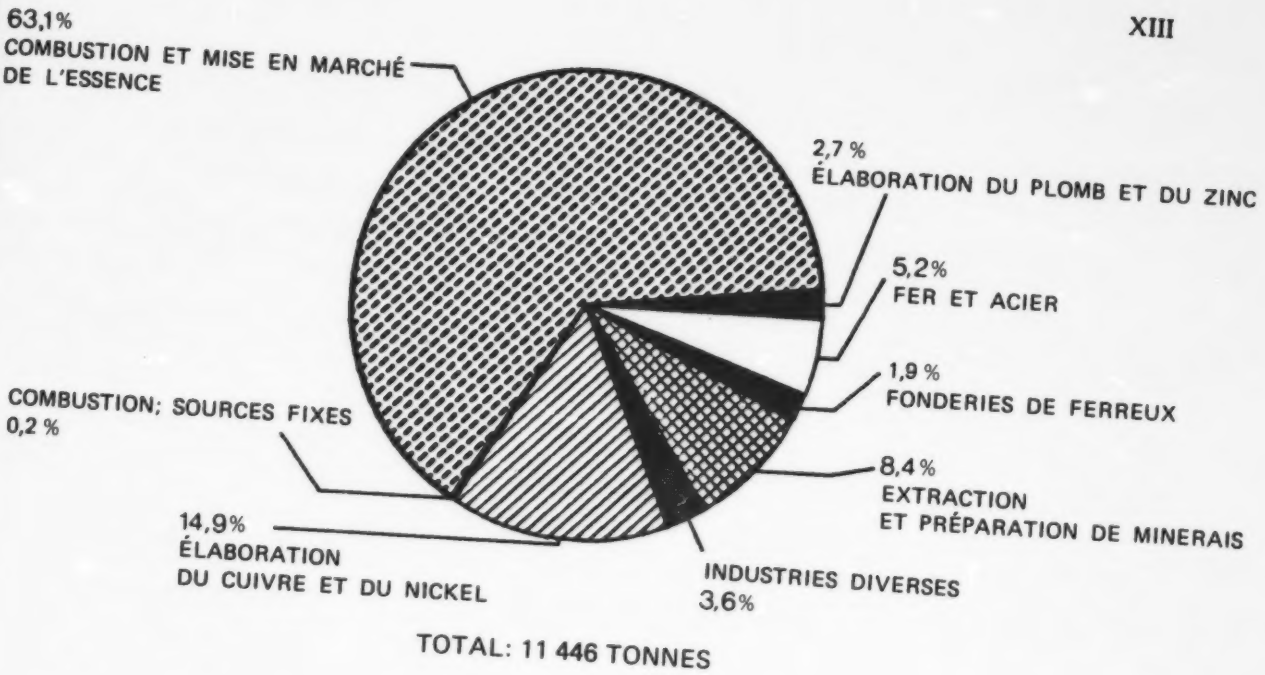



FIGURE S.1 ÉMISSIONS DE PLOMB DANS L'ATMOSPHÈRE EN 1982

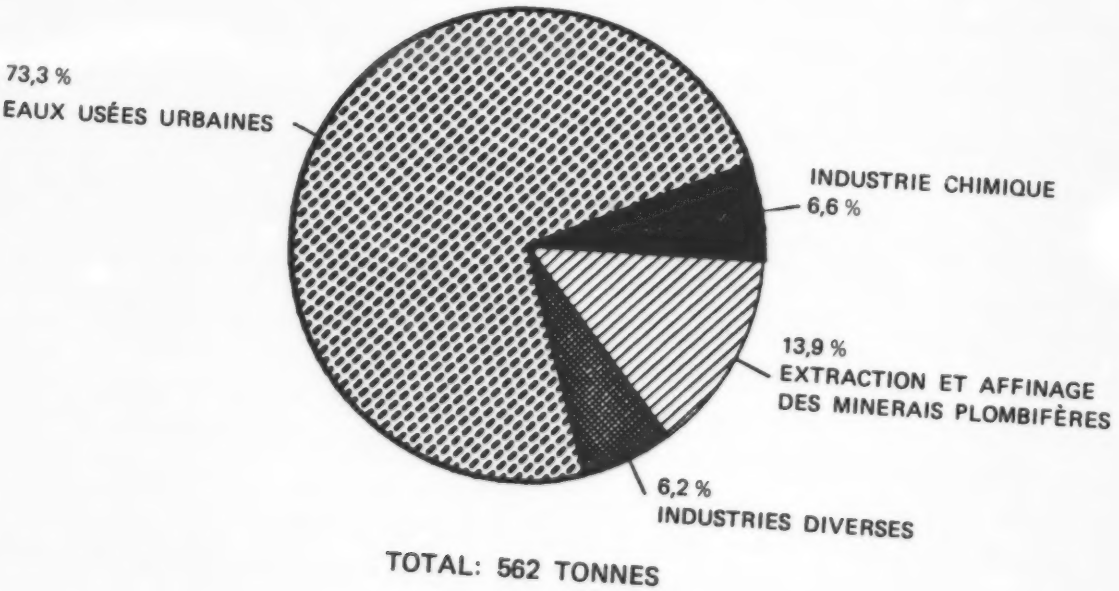



FIGURE S.2 REJETS DE PLOMB DANS LES EFFLUENTS EN 1982

# 1 INTRODUCTION

## 1.1 Aperçu général

Le présent rapport détermine quelles sont les sources anthropiques du plomb rejeté dans l'environnement par la voie des émissions (atmosphériques), des effluents (liquides) et des déchets solides. Ces termes ont été définis de la façon suivante:

Émission : rejet dans l'atmosphère de gaz ou de particules;
Effluent : rejet liquide dans les eaux de surface;
Déchets solides : matières solides exigeant une certaine forme de traitement et d'élimination.

Des évaluations des quantités de plomb rejetées en 1982 au Canada sont présentées ci-après. L'année 1982 a été choisie, car il s'agissait de l'année la plus récente pour laquelle la plupart des données étaient disponibles. Les estimations des rejets, la description des procédés et les données sur les dispositifs antipollution proviennent de nombreuses sources de renseignements.

Nous avons décrit les nombreux procédés et activités industriels qui causent le rejet de grandes quantités de plomb dans l'environnement afin d'aider le lecteur à comprendre les raisons des fortes variations des rejets par les différentes sources.

Les émissions de plomb ont déjà fait l'objet d'études détaillées (1, 2) dont s'inspire la présente mise à jour. Les études précédentes ne traitaient que des émissions tandis que celle-ci vise en outre à évaluer la quantité de plomb provenant des effluents liquides et des déchets solides.

Même si le plomb est rejeté dans l'environnement sous forme de divers composés, toutes les évaluations sont exprimées en tonnes de plomb à l'état élémentaire.

## 1.2 Méthodologie

Pour dresser un inventaire des émissions, il est nécessaire de posséder des données exactes sur les quantités rejetées et les caractéristiques des rejets de chaque source. Même si, à cette fin, la méthode idéale consiste à effectuer des mesures à chaque source, cela est impraticable en raison du grand nombre de sources et de leur diversité.

Plusieurs méthodes ont servi à évaluer les quantités rejetées. Nous avons utilisé les résultats de mesures faites par des entreprises ou des experts-conseils ou encore provenant d'études du Service de la protection de l'environnement (SPE) et, à défaut de ces données, les facteurs d'émission trouvés dans les publications (3, 4). Par

facteur d'émission, nous entendons la moyenne statistique du rejet d'un polluant dans l'environnement, dans le cadre d'une certaine activité. Ce facteur permet de relier une grandeur fondamentale, comme la production ou l'utilisation, à la quantité rejetée à attribuable à un procédé donné. Le tableau 1 donne, pour chacune des sources, le facteur d'émission du plomb, obtenu soit à partir de mesures à la source, soit à partir de données publiées.

Les facteurs de rejet dans les effluents ont été tirés soit de chiffres sur la production réelle, soit de débits mesurés ou supposés fournis par diverses industries, soit directement de publications. Pour les effluents comme les eaux usées urbaines auxquels ne peut s'appliquer aucun facteur, les quantités rejetées ont été estimées en fonction à la fois des débits et des teneurs en plomb. Le tableau 2 donne les facteurs établis.

### 1.3 Utilisations et propriétés du plomb

En 1982, le Canada a produit 290 292 tonnes de plomb dont la majeure partie provenait de la Colombie-Britannique, du Yukon, des Territoires du Nord-Ouest et du Nouveau-Brunswick. Environ 107 000 tonnes ont été exportées sous forme de minerais ou de concentrés, et 168 664 tonnes, sous forme de métal, de matières transformées et de rebuts (5). En 1982, comme on peut le voir au tableau 3, l'industrie canadienne a consommé environ 126 719 tonnes de plomb (6).

Le plomb (Pb) est un métal lourd, mou, gris bleuâtre, qui résiste à la corrosion. On le trouve partout dans la croûte terrestre sous forme de divers minéraux. Il apparaît le plus souvent sous la forme de galère (PbS), de cérusite ($PbCO_3$) et d'anglésite ($PbSO_4$). Plus de 95 p. 100 de la production minière provient de minerais dont le principal est la galère (7). La galère étant souvent associée à la sphalérite, le plomb et le zinc sont extraits ensemble, en même temps qu'un peu de cuivre et d'argent. À l'échelle mondiale, les émissions naturelles de plomb sont évaluées à 24 500 t/an, soit 5 p. 100 des émissions actuelles (8). Parmi les sources naturelles, on peut citer la désintégration radioactive des gisements d'uranium, les particules de terre en suspension, les aérosols halogénés et les fumées silicatées d'origine volcanique, les fumées des incendies de forêts et les aérosols marins (9).

Par ses caractéristiques physiques (tableau 4) qui le rendent très malléable et facile à allier, le plomb se prête à de nombreuses utilisations (munitions, coussinets, gainage de câble, feuilles et soudures (7)).

Le plomb résiste aux acides sulfurique, sulfureux, phosphorique et chromique, mais il est attaqué légèrement par les acides chlorhydrique et fluorhydrique, et fortement par les acides nitrique, acétique et formique.

## TABLEAU 1 FACTEURS D'ÉMISSION DU PLOMB

| Secteur | Facteur d'émission de Pb | |
|---|---|---|
| Extraction, préparation et concentration | | |
| Extraction - à ciel ouvert | 1,025 | kg/t de Pb traité |
| - souterraine | 1,0125 | kg/t de Pb traité |
| Préparation et concentration | 1,45 | kg/t de Pb traité |
| Plomb/zinc de première fusion | 1,73 | kg/t de Pb affiné |
| Cuivre/nickel de première fusion | (0,86 - 16,7) | kg/t de production |
| Plomb de seconde fusion | 0,2 | kg/t de Pb traité |
| Fonderies de laiton et de bronze | 0,23 | kg/t de lingots traités |
| Industrie des produits métalliques | | |
| Soudures | 0,13 | kg/t de Pb utilisé |
| Alliages, câbles, produits métalliques | 2 | kg/t de Pb utilisé |
| Production de coke métallurgique | (0,3 - 1,33) | g/t de charbon utilisé |
| Fer de première fusion | | |
| Frittage | 15 | kg/t de particules |
| Haut fourneau | 0,2 | kg/t de particules |
| Four électrique | 15 | kg/t de particules |
| Acier de première fusion | | |
| Four basique à oxygène | 14 | kg/t de particules |
| Four Martin | 6 | kg/t de particules |
| Four électrique à arc | 29 | kg/t de particules |
| Ferro-alliages | 0,053 | kg/t de production |
| Ciment | (0,2 - 3) | g/t de ciment produit |
| Fonderies de ferreux | 0,18 | kg/t de métal fondu |
| Fabrication du verre au plomb | 0,013 | kg/t de sable siliceux utilisé (moyenne) |
| Fabrication des accumulateurs | 8 | kg/1000 accumulateurs fabriqués |
| Dérivés alcoylés du plomb | 2,9 | kg/t de TEPb produit (moyenne) |
| Fabrication d'oxydes et de pigments à base de plomb | 0,5 | kg/t de pigments utilisés |
| Utilisation de combustibles/sources fixes | 0,065 | kg/t de litharge produite |
| Charbon | (0,02 - 1,25) | g/t de charbon utilisé |
| Huiles lourdes | 1,25 | mg/l d'huile brûlée |
| Huiles légères | 0,125 | mg/l d'huile brûlée |
| Véhicules mus à l'essence | 0,750 | kg/kg de Pb dans l'essence consommée |
| Incinération des déchets solides | | |
| Déchets urbains | (0,002 - 2,5) | g/t de déchets |
| Boues résiduaires | | |
| Sols multiples | 0,015 | kg/t de boues |
| Lit fluidisé | 0,00125 | kg/t de boues |
| Huiles usées | 48 | mg/l d'huile |
| Mise en marché de l'essence | 1,84 | g/1000 l (moyenne) |

TABLEAU 2 FACTEURS DE REJET DU PLOMB DANS LES EFFLUENTS

| Secteur | Facteur de rejet |
|---|---|
| Extraction et préparation de minerais | |
| Zn, Pb, Cu, Ni | $2{,}07 \times 10^{-4}$ kg/tonne |
| Fe | $3{,}42 \times 10^{-5}$ kg/tonne |
| Au, Ag | $7{,}741 \times 10^{-5}$ kg/tonne |
| U | $2{,}15 \times 10^{-5}$ kg/tonne |
| Mo | $1{,}402 \times 10^{-4}$ kg/tonne |
| Fusion et affinage | |
| Pb, Zn, Cu, Ni | $2{,}06 \times 10^{-3}$ kg/tonne |
| Fabrication des accumulateurs | 0,0013 kg/unité |
| Fer et acier de première fusion | $7{,}28 \times 10^{-4}$ kg/tonne |
| Raffinage du pétrole | $3{,}942 \times 10^{6}$ kg/baril |

TABLEAU 3 CONSOMMATION INDUSTRIELLE DE PLOMB AU CANADA EN 1982 (EN TONNES)

| Secteur | Plomb de 1re fusion | Plomb de 2e fusion | Plomb antimonié | Total |
|---|---|---|---|---|
| Fabrication des accumulateurs | 25 855 | 6 708 | 19 755 | 52 318 |
| Fabrication de composés du plomb | 16 614 | 4 644 | | 21 268 |
| Produits semi-finis | 4 217 | 2 003 | 2 155 | 8 375 |
| Soudures | 1 752 | 7 495 | 787 | 10 034 |
| Alliages (antifriction, métaux d'imprimerie, etc.) | 64 | 14 204 | 253 | 14 521 |
| Gaines de câbles | 1 065 | 573 | 222 | 1 860 |
| Plomb antimonié | 1 472 | 10 986 | | 12 458 |
| Alliages de cuivre | 110 | 24 | | 134 |
| Autres utilisations | 3 879 | 1 384 | 488 | 5 751 |
| Total | 55 028 | 48 021 | 23 660 | 126 719 |

TABLEAU 4 PROPRIÉTÉS DU PLOMB À L'ÉTAT ÉLÉMENTAIRE

| | |
|---|---|
| Poids atomique | 207,19 |
| Nombre atomique | 82 |
| Nombres d'oxydation | 4 et 2 |
| Système cristallin | Cubique (faces centrées) |
| Masse spécifique (g/ml) | 11,34 |
| Chaleur spécifique à 20 °C (J/kg) | 128,12 |
| Pression de vapeur à 1611 °C (kPa) | 53,3 |
| Viscosité à 844 °C (Pa . s) | $1,19 \times 10^{-4}$ |
| Point de fusion (°C) | 327,43 |
| Point d'ébullition (°C) | 1740 |
| Chaleur latente de fusion (J/kg) | $24,53 \times 10^3$ |
| Chaleur latente de vaporisation (J/kg) | $849,9 \times 10^3$ |
| Conductivité thermique à 20 °C (W/[m . °C)] | 34,75 |
| Résistivité électrique à 20 °C ($\mu\Omega$ /cm) | 20,65 |
| Module d'élasticité ($10^6$ kPa) | 3,127 |
| Dureté Brinell (fonte) | 4,2 |

TABLEAU 5 UTILISATIONS DE CERTAINS COMPOSÉS DU PLOMB

| Composé | Formule | Utilisations |
|---|---|---|
| Arséniate de plomb | $PbASO_4$ | Insecticides, médecine vétérinaire |
| Chromate de plomb basique<br>Chromate de plomb | $PbO \cdot PbCrO_4$<br>$PbCrO_4$ | Pigments, décoration de la porcelaine (émail), tissus |
| Oxyde de plomb (II) (litharge) | $PbO$ | Pommades, enduits, glaçures, fondant, pigments, réactif pour analyse, siccatifs dans les peintures |
| Silicate de plomb | $PbO \cdot SiO_2$ | Verrerie, céramique |
| Sulfate de plomb | $PbSO_4$ | Pigments, accumulateurs, lithographie, tissus |
| Plombate de plomb (minimum) | $Pb_3O_4$ | Pigments, colorants, produits chimiques, agents de cuisson (substitut du caoutchouc), pièces pyrotechniques |
| Tétraéthyl-plomb<br>Tétraméthyl-plomb | $Pb(C_2H_5)_4$<br>$Pb(CH_3)_4$ | Additifs antidétonants de l'essence, pesticides organomercuriels, remplissage des compteurs Geiger |

## 2 ÉMISSIONS INDUSTRIELLES

### 2.1 Extraction, préparation et concentration des minerais plombifères

**2.1.1 Procédé.** Les gisements de plomb, de zinc et de cuivre sont habituellement trouvés ensemble en proportions variables et peuvent être exploités à ciel ouvert ou sous terre.

Quel que soit le type d'exploitation, les méthodes d'extraction sont semblables, sauf que pour l'exploitation à ciel ouvert il faut enlever le terrain de recouvrement pour atteindre la roche. Celle-ci est forée, dynamitée, chargée et transportée par camions, trains ou convoyeurs à une installation de concassage.

Là, le minerai est à nouveau concassé, puis broyé. Que l'on utilise un broyeur à boulets ou à barres, il faut ajouter de l'eau. Lorsqu'on a obtenu la bonne granulométrie, le produit est soumis à l'action d'un réactif convenable et les minéraux de plomb sont séparés par flottation. Le concentré est séché avant d'être envoyé à la fonderie (1, 10).

**2.1.2 Sources des émissions et lutte contre la pollution.** Les émissions de plomb reliées à l'extraction, à la préparation et à la concentration sont généralement diffuses; elles sont dues au forage, au dynamitage, au transport, au criblage, au déchargement, au chargement, au concassage et au broyage du minerai.

De bonnes techniques d'extraction, un entretien adéquat de l'équipement ainsi que le mouillage de la roche constituent les principaux moyens d'abaisser les émissions. Comme mesures prises au cours de l'extraction, citons la fermeture de l'aire de chargement des camions, le mouillage ou le bâchage des charges camionnées et le revêtement en dur de la route de la mine au concentrateur. Pour la préparation du minerai, on utilise des cyclones et des filtres en tissu appelés filtres à couche poreuse.

**2.1.3 Émissions.** Pour évaluer les émissions, nous avons dressé une liste des principales mines en déterminant pour chacune la teneur en plomb de tous les concentrés et le type d'exploitation (à ciel ouvert ou souterraine) (5, 11).

Pour 1982, nous avons évalué à 964 tonnes les émissions de plomb du secteur à partir des facteurs d'émission de 1,025 kg de Pb/tonne de Pb traitée pour une exploitation à ciel ouvert, de 1,0125 kg/tonne traitée pour une exploitation souterraine et de 1,45 kg/tonne traitée pour la préparation et la concentration (1, 4). La répartition des émissions par province est indiquée à la figure 1.

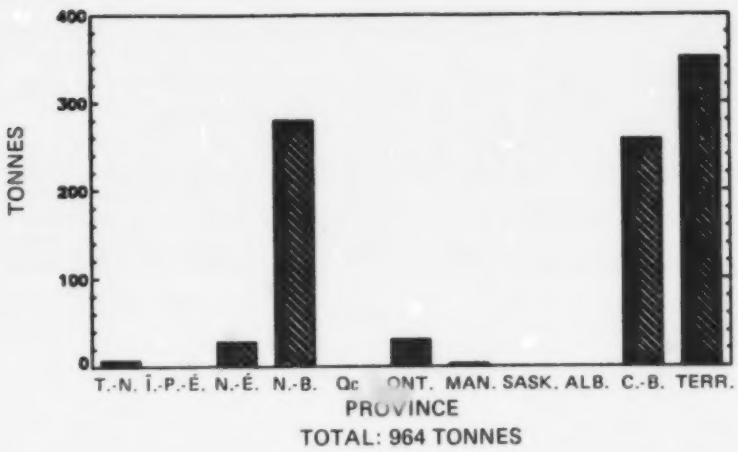



FIGURE 1 ÉMISSIONS DE PLOMB DUES À L'EXTRACTION, À LA PRÉPARATION ET À LA CONCENTRATION DES MINERAIS PLOMBIFÈRES EN 1982, PAR PROVINCE

## 2.2 Plomb et zinc de première fusion

**2.2.1 Procédé.** Il s'agit de l'extraction du plomb et du zinc du minerai hôte.

Le plomb métallique est obtenu par oxydation du concentré dans un atelier de frittage où les sulfures de plomb sont transformés en oxydes de plomb et en anhydride sulfureux. L'oxyde de plomb et le sulfite de plomb sont ensuite réduits avec du coke dans un haut fourneau. Le plomb fondu résultant est affiné par électrolyse ou précipitation chimique.

En 1982, tout le zinc de première fusion produit au Canada l'a été par électrolyse; ce procédé exige le grillage du concentré pour en éliminer le soufre et obtenir du zinc oxydé. La réduction et la récupération du zinc sont réalisées par lixiviation des calcines à l'acide sulfurique, suivie d'une électrolyse au cours de laquelle le métal se dépose sur les cathodes. Les cathodes de zinc sont ensuite fondues et coulées en lingots (1, 12).

**2.2.2 Sources des émissions et lutte contre la pollution.** Les principales sources d'émissions sont le frittage, les hauts fourneaux, le grillage et les cellules électrolytiques.

Les producteurs de plomb dirigent les émissions du frittage dans des laveurs de gaz ou dans une usine d'acide; celles des hauts fourneaux sont dirigées dans des filtres à sacs. Les producteurs de zinc de première fusion arrêtent les oxydes de soufre libérés par

le grillage dans les usines d'acide. En outre, les gaz sont épurés dans des chaudières de récupération de la chaleur et dans des cyclones avant de parvenir au bain d'acide puis dans des électrofiltres et des laveurs qui en éliminent les particules.

**2.2.3 Émissions.** Deux fonderies ont produit 175 626 tonnes de plomb métallique en 1982 (11). Les émissions de plomb ont été évaluées à partir des données d'échantillonnage et de l'analyse des émissions (13, 14).

Les émissions totales de plomb du secteur, pour 1982, ont été évaluées à 304 tonnes.

## 2.3 Cuivre et nickel de première fusion

**2.3.1 Procédé.** Dans un premier temps, on concentre les minerais sulfurés pauvres par séparation magnétique, flottation, ou les deux. Les métaux recherchés sont ensuite extraits du concentré par grillage, fusion, convertissage et affinage au feu ou à l'aide de certaines techniques pyrométallurgiques récentes.

Pendant le grillage du concentré, la moitié du soufre est libéré sous forme d'anhydride sulfureux, et une partie du fer est oxydée. On obtient des calcines qu'on envoie dans un four de fusion en même temps qu'un fondant siliceux et dont on tire un laitier de silicate de fer et une solution de sulfures fondus (matte). Pendant le convertissage, l'air insufflé dans la matte entraîne encore du soufre de la matte, et le fer résiduel est oxydé. La matte ne contient plus que les métaux bruts qui sont par la suite affinés (1, 15).

**2.3.2 Sources des émissions et lutte contre la pollution.** Le plomb se dégage principalement au cours du grillage, de la fusion et du convertissage des concentrés. Dans la plupart des usines, des électrofiltres arrêtent les particules que renferment les gaz libérés par le grillage, la fusion et le convertissage. Des filtres à sacs servent à épurer plus à fond les gaz combinés des fours à réverbère et des convertisseurs.

**2.3.3 Émissions.** Les rejets de plomb sont attribuables aux particules qui n'ont pas été captées par les épurateurs. À partir des chiffres de production et des facteurs d'émission tirés des mesures à la source ainsi que des données fournies par certaines sociétés, nous avons évalué les émissions totales de plomb du secteur à 1706 tonnes pour 1982 (1, 13, 14). La répartition de ces émissions par province est indiquée à la figure 2.

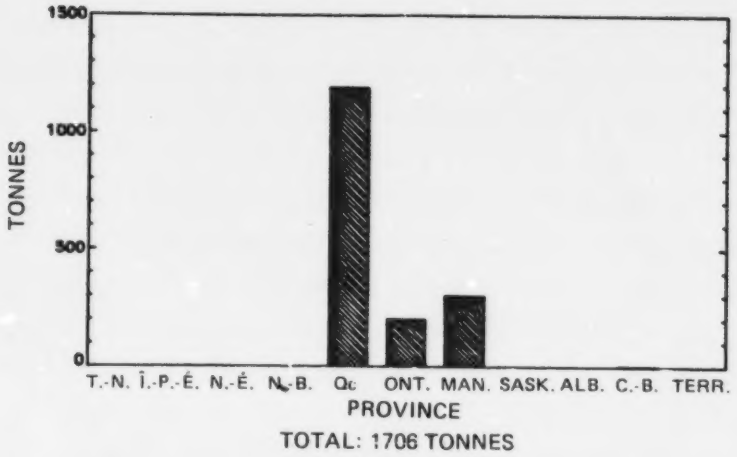



FIGURE 2 ÉMISSIONS DE PLOMB DUES À L'ÉLABORATION DU CUIVRE ET DU NICKEL DE PREMIÈRE FUSION EN 1982, PAR PROVINCE

## 2.4 Plomb de seconde fusion

**2.4.1 Procédé.** On entend par fonderie de plomb de seconde fusion toute installation qui, par un procédé métallurgique ou chimique, transforme en plomb, en alliage de plomb ou en oxyde de plomb des résidus métalliques ou des matières renfermant du plomb, à l'exclusion des concentrés obtenus par extraction minière. Les opérations englobent la fusion des résidus ou des matières dans un haut fourneau ou un cubilot, la fusion et l'affinage des résidus plombifères, des gueuses de plomb ou d'autres matières renfermant du plomb dans un four à réverbère, la fusion et l'affinage du plomb ou d'alliages de plomb dans un four de maintien ou un four à creuset, ainsi que la production d'oxyde de plomb à partir de plomb ou de composés du plomb.

**2.4.2 Sources des émissions et lutte contre la pollution.** Les émissions de particules renfermant du plomb surviennent pendant la manutention des matières et l'enfournement, pendant la marche du four (gaz d'émission) et pendant la coulée du métal ou du laitier. Les émissions proviennent principalement des hauts fourneaux et des fours à réverbère.

Contre les émissions, on utilise habituellement des filtres à sacs dont l'efficacité de captage est de 98 à 99 p. 100, parfois des chambres de décochage ou des laveurs (16).

**2.4.3 Émissions.** Neuf usines étaient exploitées au Canada en 1982. Le facteur moyen d'émission étant de 0,2 kg/tonne de Pb traitée et la production, de 67 566, les émissions ont été évaluées à 14 tonnes (1, 4, 5, 13).

## 2.5 Fonderies de laiton et de bronze

**2.5.1 Procédé.** Le laiton et le bronze sont habituellement classés parmi les alliages de cuivre associé à du zinc, du manganèse et du silicium comme constituants secondaires. Ces alliages sont produits dans des fours à réverbère, des fours rotatifs, des fours à creuset ou des fours électriques à induction.

La matière première est constituée principalement de résidus d'alliages de cuivre. Elle est habituellement traitée mécaniquement (par exemple, triage manuel, séparation mécanique, déchiquetage, séparation magnétique et briquetage). Le laiton et le bronze sont produits en lingots dans différents fours de fusion, de réduction d'affinage et d'élaboration. Les fours peuvent être à chauffage direct, comme les fours à réverbère et les fours rotatifs, ou à chauffage indirect, comme les fours à creuset et les fours électriques à induction.

**2.5.2 Sources des émissions et lutte contre la pollution.** Les taux d'émission des fours dépendent du combustible utilisé et de la température. Les polluants sont émis pendant le chargement, la coulée du laitier, l'élaboration de l'alliage et sa coulée. Les fours à réverbère sont plus polluants que les autres.

Les dispositifs d'épuration généralement reconnus sont les filtres à sacs et les dépoussiéreurs à couche poreuse; leur efficacité de captage varie de 95 à 99,6 p. 100.

**2.5.3 Émissions.** Les émissions de plomb varient selon le type de four, la teneur en plomb des alliages (de 0,02 à 25 p. 100), la température de coulée et l'entretien de l'usine (1, 17).

En utilisant un facteur d'émission de 0,23 kg de Pb/tonne de lingots de laiton et de bronze produits (3), et la production de lingots s'élevant à 7744 tonnes (18) en 1982, nous avons évalué les émissions de plomb, pour 1982, à 16 tonnes. En outre, nous avons disposé de résultats de mesures à la source pour le Nouveau-Brunswick (19).

## 2.6 Industrie des produits métalliques

**2.6.1 Généralités.** De nombreuses usines au Canada transforment le plomb et ses alliages en divers produits métalliques. Certaines ont été inclues parmi les fonderies de laiton et de bronze. Il s'agit souvent d'installations qui fabriquent des alliages de plomb, des tubes souples, des munitions, des tuyaux et des feuilles de métal, des gaines pour câbles électriques et des soudures de produits métalliques. Parmi les émissions de plomb jugées importantes, citons celles des oxydes de plomb et des poussières métalliques qui accompagnent la fusion, la coulée et la fabrication.

**2.6.2 Émissions.** Des évaluations ont été faites pour cinq sous-secteurs de l'industrie. En partant d'un facteur d'émission de 2 kg/tonne de plomb utilisée dans tous les procédés, à l'exception de la production des soudures, pour laquelle le facteur employé est de 0,13 kg/tonne (1, 2), et des chiffres de consommation fournis par Énergie, Mines et Ressources Canada, nous avons évalué les émissions totales de plomb pour 1982 à 75 tonnes (20). La répartition par sous-secteur est indiquée à la figure 3.

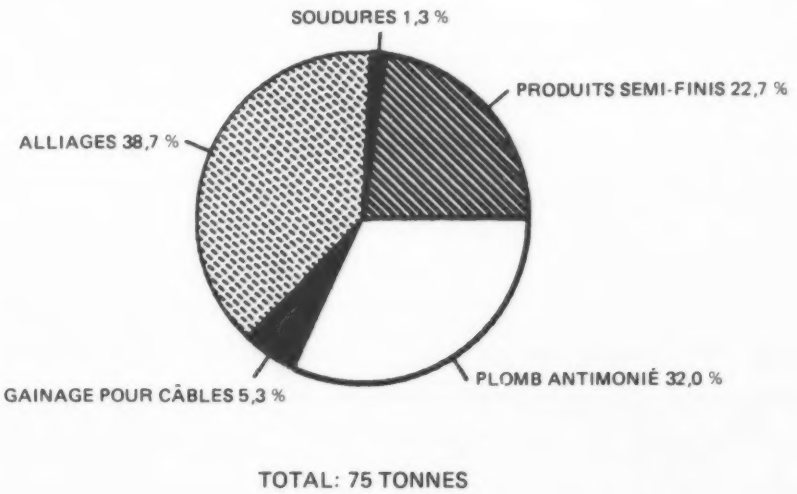



FIGURE 3 ÉMISSIONS DE PLOMB DE L'INDUSTRIE DES PRODUITS MÉTALLIQUES EN 1982

## 2.7 Fabrication du coke métallurgique

**2.7.1 Procédé.** On obtient le coke par chauffage indirect d'un charbon à faible teneur en soufre et en cendres dans de longs fours étroits pendant 14,5 à 17 heures. La chaleur libère les constituants volatils du charbon comme le goudron, le benzène et le naphtalène qui, pour la plupart, sont condensés et récupérés comme sous-produits. Le résidu chaud, qui porte le nom de coke, est refroidi brusquement à l'eau et séché.

Au Canada, environ 95 p. 100 du coke est produit par le procédé de récupération des sous-produits, dans des batteries de fours rectangulaires.

**2.7.2 Sources des émissions et lutte contre la pollution.** Les émissions sont reliées à la manutention, au broyage et au mélange des charbons, au chargement du charbon dans des fours incandescents, à l'extinction du coke et à la manutention et au criblage du coke. L'enfournement du charbon provoque de fortes émissions de poussières pouvant constituer 60 à 70 p. 100 des émissions totales des batteries de fours. La majorité des cokeries les dépoussièrent.

**2.7.3 Émissions.** En 1982, la fabrication du coke a demandé 6 576 000 tonnes de charbon (21). Nous avons évalué les émissions en établissant le type de charbon utilisé pour chaque société (21, 22, 23) et la teneur en plomb de chaque charbon (24, 25, 26, 27, 28) et en supposant que 5 p. 100 du plomb présent dans le charbon était rejeté dans l'atmosphère (1, 23). Pour certains charbons de l'est des U.S.A. importés par la Nouvelle-Écosse, les teneurs en plomb peuvent atteindre 25 ppm, tandis que les charbons utilisés en Ontario ne font en moyenne que 6 ppm. Les émissions totales de plomb ont été évaluées à 2 tonnes pour 1982.

## 2.8 Fer et acier de première fusion

**2.8.1 Procédés.** Les procédés utilisés comprennent: la fabrication du coke; celle de la fonte en gueuses dans les hauts fourneaux; de l'acier dans des fours Martin, des fours basiques à oxygène et des fours électriques à arc; le laminage et le parachèvement.

Le traitement en haut fourneau consiste à faire réagir à haute température le minerai de fer, le coke et le calcaire en présence d'air chaud à débit rapide pour produire une fonte liquide. Cette fonte liquide est ensuite transportée dans une aciérie ou coulée en gueuses. Les poussières de carneaux et autres fines de minerai de fer sont frittées afin de servir de charge dans le haut fourneau.

Pour obtenir l'acier, on fait fondre de la ferraille, de l'acier et des gueuses dans un bac rectangulaire peu profond, ou "sole". Les impuretés sont éliminées sous forme de laitier. Dans le procédé basique à l'oxygène, l'oxygène pur sert à oxyder les impuretés dans une charge composée d'environ 70 p. 100 de métal de haut fourneau et de 30 p. 100 de déchets métalliques. Le four électrique sert principalement à la fabrication d'aciers spéciaux et à la fusion de quantités considérables de déchets métalliques.

**2.8.2 Sources des émissions et lutte contre la pollution.** La fabrication du fer et de l'acier fait intervenir six installations qui dégagent du plomb: 1) l'atelier de frittage; 2) le four à coke; 3) le haut fourneau; 4) le four Martin; 5) le four basique à oxygène; 6) le four électrique à arc.

Le frittage dégage des poussières en raison de la finesse de la matière traitée. La plus grande partie des émissions reliées à la cokéfaction survient au moment de l'enfournement. L'élaboration, à haute température, du fer et de l'acier dans les fours entraîne des émissions de particules contenant du plomb. La teneur en plomb de ces particules varie selon le type de four et les matières utilisées. Les épurateurs les plus souvent accouplés aux hauts fourneaux sont les dépoussiéreurs Venturi et les électrofiltres (efficacité de captage atteignant 99 p. 100). Dans le cas des fours électriques à arc, ce sont des filtres à sacs; dans les cas des fours à oxygène, des dépoussiéreurs Venturi et des précipitateurs.

**2.8.3 Émissions.** Pour 1982, les émissions de plomb ont été évaluées à 600 tonnes. Leur répartition par province est indiquée à la figure 4. Elles ont été déterminées à partir du tonnage de particules rejetées par les différents fours, compte tenu de leur teneur en plomb (voir ci-dessous) (1, 4, 29).

| Élaboration du fer | | Fabrication de l'acier | |
|---|---|---|---|
| Frittage | 1,5 % | Four basique à oxygène | 1,4 % |
| Haut fourneau | 0,02 % | Four Martin | 0,6 % |
| Four électrique | 1,5 % | Four électrique à arc | 2,9 % |

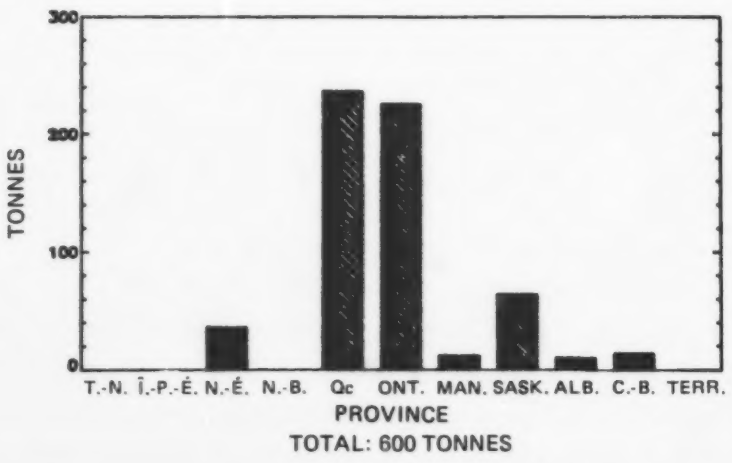



FIGURE 4 ÉMISSIONS DE PLOMB DUES À L'ÉLABORATION DU FER ET DE L'ACIER DE PREMIÈRE FUSION EN 1982, PAR PROVINCE

## 2.9 Fabrication des ferro-alliages

**2.9.1 Procédé.** On entend par ferro-alliage tout alliage du fer avec un ou plusieurs autres métaux. On produit plusieurs ferro-alliages au Canada; les principaux sont le ferrosilicium, le ferromanganèse, le silicomanganèse et le ferrochrome.

La majorité des ferro-alliages est produite dans des fours électriques à gueulard ouvert et à arc noyé dans lesquels on traite le minerai brut, le coke et les scories. La chaleur intense qui règne autour des électrodes de carbone permet à ce dernier de réduire les oxydes métalliques. Les nombreuses impuretés sont piégées dans le laitier, et le ferro-alliage liquide est soutiré pour être moulé.

**2.9.2 Sources des émissions et lutte contre la pollution.** La manutention des matières premières, les fours de fusion et le concassage et l'emballage sont les principales sources d'émissions. Dans la plupart des cas, les émissions reliées à la marche des fours n'étaient pas épurées mais celles des opérations accessoires l'étaient habituellement bien, grâce à des filtres à sacs et parfois à des cyclones.

**2.9.3 Émissions.** Les émissions de particules et de plomb varient considérablement, en fonction surtout de l'alliage produit, du type et du fonctionnement du four et de la composition de la charge. Nous avons supposé une teneur en plomb des particules émises de 650 ppm de plomb. Compte tenu du tonnage de particules émises, nous les avons évaluées, pour 1982, à 14 tonnes (1, 3, 4).

## 2.10 Cimenteries

**2.10.1 Procédé.** La fabrication du ciment comporte l'abattage et le concassage des calcaires et des schistes ou des argiles. Les matières premières sont dosées, broyées et mélangées par voie sèche ou humide. La suspension et les matières premières sèches sont brûlées dans un four pour donner le clinker, qui est ensuite mélangé à une petite quantité de gypse, puis finement pulvérisé et entreposé.

**2.10.2 Sources des émissions et lutte contre la pollution.** Le plomb étant présent à l'état de trace dans les matières premières traitées par voie sèche ou humide, il se retrouve dans les particules émises au cours des diverses opérations, y compris l'abattage et le concassage, la marche des fours, le refroidissement du clinker, le broyage final et l'emballage. Les fours sont à l'origine des émissions les plus considérables, qu'on épure au moyen d'électrofiltres. Les émissions du broyage final sont épurées dans des filtres à sacs.

**2.10.3 Émissions.** Pour évaluer les rejets de plomb, nous avons supposé une teneur en plomb des particules émises de 450 ppm (3). Le tonnage de ces dernières a été déterminé,

à l'échelle nationale, à partir de la production totale de ciment en 1982, en comparaison avec celle de 1980. Les émissions ont été évaluées, pour 1982, à 6 tonnes (30).

## 2.11 Fonderies de ferreux

**2.11.1 Procédé.** Il y a d'abord fusion dans des cubilots, des fours à réverbère, des fours électriques à induction ou des fours électriques à arc. Les cubilots sont les fours les plus utilisés au Canada, et leur charge est constituée de métaux, de fondant et de coke. Le métal fondu est coulé dans un récipient d'attente ou dans une poche de coulée. Les pièces en acier sont ordinairement nettoyées par grenaillage avant le parachèvement par brûlage et meulage.

**2.11.2 Sources des émissions et lutte contre la pollution.** La principale source d'émissions est le cubilot; viennent ensuite le four électrique à arc et à induction et le four à réverbère. Les émissions consistent en oxydes métalliques, en fumées, en poussières et en gaz. Une forte quantité de particules est également dégagée par les opérations mécaniques comme le démoulage, le grenaillage et le sablage. La teneur en plomb des particules émises varie selon le type de four, le pourcentage de déchets métalliques dans la charge et la température d'exploitation.

On accouple des cyclones, des filtres à sacs, des laveurs et des calottes humides aux cubilots; des filtres à sacs et des laveurs, aux fours électriques à arc. Plusieurs types de hottes et de systèmes de ventilation et d'évacuation sont également utilisés pour épurer les émissions des fonderies.

**2.11.3 Émissions.** Comme nous ne disposions pas de données pour 1982, nous avons procédé à une évaluation des émissions pour l'année 1980. Celles-ci varient selon la teneur en plomb de la charge du four. Nous avons posé comme facteur moyen d'émission 0,18 kg de plomb par tonne de métal fondu dans un cubilot (31, 32). La quantité de métal fondu dans chaque type de four et les émissions correspondantes ont permis d'évaluer à 212 tonnes, pour 1980, les émissions de plomb.

## 2.12 Fabrication du verre au plomb

**2.12.1 Procédé.** La majeure partie du verre produit au Canada est du crown. Les principales matières premières (sable, calcaire, carbonate de soude anhydre et calcin), auxquelles on ajoute de l'oxyde de plomb, sont fondues à température élevée (1540 °C) dans un grand four à récupération de chaleur, à chauffage direct et à fonctionnement continu. La teneur en oxyde de plomb se situe ordinairement dans l'intervalle de 12 à 60 p. 100 en poids du verre produit, mais peut atteindre 92 p. 100 dans le cas de certains

verres. Le verre au plomb a un indice de réfraction, une densité et une résistivité électrique élevés qui font qu'il est utilisé en protection contre les radiations, en optique et en cristallerie.

**2.12.2 Sources des émissions et lutte contre la pollution.** La grande source d'émissions de particules est la fusion; la manutention, le mélange et l'entreposage des matières premières, le formage du verre à la machine et le recuit au four sont autant de sources mineures. Les émissions qui proviennent de la fusion sont captées dans des dépoussiéreurs centrifuges par voie humide ou des filtres à sacs.

**2.12.3 Émissions.** Dans l'évaluation des émissions de particules, nous avons supposé que le verre au plomb représentait 3 p. 100 de la production totale (1, 3). Les émissions de particules, pour 1982, ont été évaluées à partir de celles de 1980, qui ont été ajustées au prorata de la quantité de sable siliceux utilisée dans la verrerie en 1982 (33). En supposant que la teneur en plomb des particules a été de 23 p. 100 (3), nous sommes arrivés au chiffre de 10 tonnes.

**2.13 Fabrication des accumulateurs**

**2.13.1 Procédé.** Les accumulateurs au plomb sont fabriqués à partir d'oxyde de plomb et de lingots d'alliages de plomb. Le plomb fondu est pompé ou coulé directement des fours à creuset dans des moules pour constituer les grilles des accumulateurs. La pâte de sulfate de plomb est obtenue en lots par mélange d'oxyde de plomb, d'eau, d'acide sulfurique, d'un produit d'expansion organique et d'autres constituants. Des machines servent à la faire pénétrer dans les interstices des grilles (désormais appelées *plaques*). La pâte peut contenir de 20 à 40 p. 100 de plomb métallique.

Après la prise, les plaques, séparées par des isolants, sont empilées pour former des cellules, puis soudées entre elles, soit par soudage de fils aux pattes de chaque paire de plaques positive et négative, soit par enrobage de plomb fondu autour des pattes des plaques et entre celles-ci. On soude ensuite des bornes positive et négative à chaque élément avant de l'acheminer vers la ligne d'assemblage de batteries humides ou sèches.

**2.13.2 Sources des émissions et lutte contre la pollution.** Les sources principales d'émissions sont les fours et les machines de coulée des grilles, les mélangeurs de pâte, les sécheurs de plaques, les fours de récupération et les machines de coulée des pièces. Normalement, les émissions sont épurées par des laveurs à impact et des dévésiculeurs. Les poussières produites durant l'empilage des éléments, le soudage au plomb et la coulée des batteries sont également captées par des filtres à couche poreuse.

**2.13.3 Émissions.** En 1982, 2 472 936 accumulateurs ont été fabriqués au Canada. Compte tenu d'un facteur d'émission de 8 kg de plomb pour 1000 accumulateurs produits (34), les émissions de plomb ont été évaluées à 20 tonnes.

## 2.14 Fabrication des dérivés alcoylés du plomb

**2.14.1 Procédé.** Deux dérivés, le tétraéthyl-plomb (TEP) et le tétraméthyl-plomb (TMP), servent à élever l'indice d'octane de l'essence.

On les fabrique dans des autoclaves, par réaction d'un alliage de plomb et de sodium avec du chlorure d'éthyle (pour le TEP) ou de méthyle (pour le TMP) en excès, catalysée par un composé d'octane. La masse réactive est distillée pour en extraire le dérivé qui est ensuite purifié, filtré et mélangé avec des additifs chlorurés et bromurés. Les résidus sont évacués dans un bassin à boues dont la sousverse est successivement séchée par action indirecte de la vapeur et traitée dans un four à réverbère afin de récupérer le plomb.

**2.14.2 Sources des émissions et lutte contre la pollution.** Les émissions de plomb sont constituées: de particules d'oxyde de plomb provenant du four de récupération (et, jusqu'à un certain degré, du four de fusion et du réacteur servant à fabriquer l'alliage); de vapeurs de dérivés alcoylés du plomb libérées par les évents de production; et de dégagements diffus du bassin à boues. Les émissions du four de récupération sont épurées par des filtres à couche poreuse ou par des laveurs.

**2.14.3 Émissions.** Au Canada, en 1982, le secteur comptait deux usines situées en Ontario. Leurs émissions de plomb ont été calculées à partir du tonnage déclaré de TEP produit et d'un facteur d'émission du plomb établi pour chaque usine (4, 35). Ces émissions ont été évaluées à 42 tonnes.

## 2.15 Fabrication d'oxydes et de pigments à base de plomb

**2.15.1 Procédés.** L'oxyde de plomb sert à la fabrication des accumulateurs au plomb et comme pigment dans les peintures. L'oxyde noir, utilisé exclusivement pour la fabrication d'accumulateurs, est constitué de 60 à 80 p. 100 de litharge (PbO) et de plomb métallique en poudre fine. Le minium ($Pb_3O_4$) est le principal pigment à base de plomb; il sert surtout dans les peintures protectrices destinées au fer métallique. La céruse et les chromates de plomb sont d'autres pigments à base de plomb.

La litharge est obtenue par oxydation partielle du plomb, qui est ensuite réduit en poudre, puis complètement oxydé dans un four à réverbère. L'oxyde noir est habituellement produit dans le four de production de litharge par le procédé Barton ou le

procédé du broyeur à boulets. Quant au minium, il est produit par oxydation de la litharge dans un four à réverbère. Le carbonate basique de plomb s'obtient par la réaction de la litharge avec de l'acide acétique ou des ions acétate. Les pigments au chromate sont habituellement obtenus par précipitation ou par calcination.

**2.15.2 Sources des émissions et lutte contre la pollution.** Les émissions de plomb se produisent depuis le concassage ou la fusion du plomb métallique jusqu'à l'emballage du produit. Les oxydes de plomb et les pigments sont captés par des filtres à secouage à couche poreuse. On se sert de laveurs pour récupérer le produit plombifère du procédé Barton et du procédé à broyeur à boulets. Les particules dégagées pendant la fabrication du minium ne représentent qu'une petite quantité mais elles titrent 90 p. 100 de plomb; on les récupère par mesure d'économie. Les rejets de plomb au cours des étapes finales de la fabrication, de l'emballage et de l'application de la peinture sont négligeables.

**2.15.3 Émissions.** Compte tenu d'un facteur d'émission de 0,5 kg de plomb par tonne de pigment utilisée (35) et du tonnage d'oxydes de plomb, de savons au plomb et de pigments chromés qui entrent dans la composition des peintures, nous avons évalué les émissions de plomb, pour 1982, à 0,5 tonne (36). Les émissions reliées aux oxydes de plomb produits en vue d'autres utilisations, à l'exception de la fabrication des accumulateurs, ont été évaluées à 210 kg. Les émissions de plomb provenant de la production d'oxydes et de pigments à base de plomb ont été évaluées à moins de 1 tonne pour 1982.

## 2.16 Exploitation des sables bitumineux

**2.16.1 Procédé.** Les principales étapes dans l'extraction du bitume des sables pétrolifères sont le conditionnement de la matière première, la séparation du bitume, l'élimination des déchets et le nettoyage du concentré de bitume.

On achève le conditionnement en mélangeant la charge de départ à de l'eau et de la soude caustique, à 82 °C, afin d'en hausser le pH. La boue conditionnée (70 p. 100 de matières solides) est pompée dans des cellules de séparation où les grosses particules minérales sédimentent, avant d'aboutir dans des bassins à stériles. La mousse bitumineuse surnageante, riche en eau et en fines particules minérales, alimente l'installation d'extraction finale.

Au stade final de l'extraction, la mousse est diluée avec du naphta et dirigée dans une centrifugeuse. La mousse est ensuite distillée pour enlever le naphta et l'eau du bitume, puis elle est enrichie pour obtenir un produit du commerce.

**2.16.2 Sources des émissions et lutte contre la pollution.** La source principale d'émissions est la centrale électrique. Le combustible des chaudières est du coke pulvérisé, auquel on ajoute à certains moments de l'huile lourde. L'usine à soufre constitue aussi une source d'émissions. Le torchage des gaz acides et diverses autres opérations génèrent certaines émissions. Les particules des émissions des chaudières sont collectées par des électrofiltres. Une usine à soufre récupère 95 p. 100 du soufre contenu dans les gaz des émissions des divers procédés.

**2.16.3 Émissions.** À partir des données sur la production et des mesures des émissions de cheminées, le volume des émissions a été évalué pour 1982 à 20 tonnes (13).

# 3 ÉMISSIONS DUES À L'UTILISATION DE COMBUSTIBLES; SOURCES FIXES

## 3.1 Production d'électricité

**3.1.1 Procédés.** Deux méthodes fondamentales permettent de tirer l'énergie thermique des combustibles fossiles: la production de vapeur et la combustion interne (turbines à gaz et moteurs à pistons). Les chaudières des turbines à vapeur sont chauffées au charbon, au fuel-oil lourd, au pétrole brut ou au gaz naturel (la production initiale de vapeur pouvant être réalisée à l'aide de fuel-oil léger ou de gaz naturel de kérosène ou de gasoil) tandis que les moteurs à pistons consomment de l'huile légère, du gaz naturel, une combinaison des deux ou du gasoil.

**3.1.2 Sources des émissions et lutte contre la pollution.** Les rejets de plomb des centrales thermiques au charbon et à l'huile sont reliés aux émissions de particules et à la teneur en plomb du combustible. Toutes les grosses centrales au charbon sont dotées d'électrofiltres qui interceptent 94,5 à 99 p. 100 des particules produites. Certaines centrales utilisent des cyclones (efficacité de captage de 70 p. 100); une centrale utilise un filtre à couche poreuse très efficace (37).

**3.1.3 Émissions.** Les émissions de plomb des centrales au charbon ont été évaluées d'après la teneur en plomb du charbon brûlé et un taux supposé d'émission de 5 p. 100 du plomb présent dans le charbon, pendant la combustion. Les émissions de plomb des centrales aux huiles ont été évaluées d'après un facteur d'émission de 0,5 (Pb) kg/litre d'huile brûlée ((Pb) est la teneur en plomb de l'huile exprimée en ppm par poids). Pb équivaut à 2,5 ppm pour les huiles lourdes et à 0,25 ppm pour les huiles légères (1, 4, 22, 38 à 41). Les émissions de plomb, pour 1982, ont été évaluées à 14 tonnes.

## 3.2 Utilisation industrielle

Le plomb est présent dans les émissions dues à l'utilisation des combustibles dans l'industrie. Ces combustibles sont le gaz naturel, le fuel-oil lourd, le fuel-oil léger, le mazout léger n° 1 et le kérosène, les gaz de pétrole liquéfiés et le charbon.

Les émissions de plomb pour 1982 ont été évaluées en utilisant les facteurs d'émission établies pour les centrales à combustibles fossiles. Elles totalisent 8 tonnes.

### 3.3 Utilisation commerciale

Les principaux combustibles utilisés sont l'huile lourde, l'huile légère, le gasoil, le kérosène et un peu de charbon.

Comme pour l'industrie, nous avons calculé les émissions de plomb à l'aide des facteurs d'émission et des chiffres de consommation des combustibles fournis par Statistique Canada. Ces émissions, pour 1982, ont été évaluées à 2 tonnes.

### 3.4 Utilisation domestique

Les chiffres de consommation du fuel-oil lourd, du fuel-oil léger, du charbon, du gaz naturel, des gaz de pétrole liquéfiés, du mazout léger n° 1 et du kérosène pour le chauffage et la climatisation des habitations sont ceux de Statistique Canada. En partant des facteurs d'émission utilisés pour le calcul des émissions dues aux diverses sources fixes, nous avons évalué les émissions de plomb, pour 1982, à 1 tonne. La répartition des émissions par type de combustible est indiquée à la figure 5.

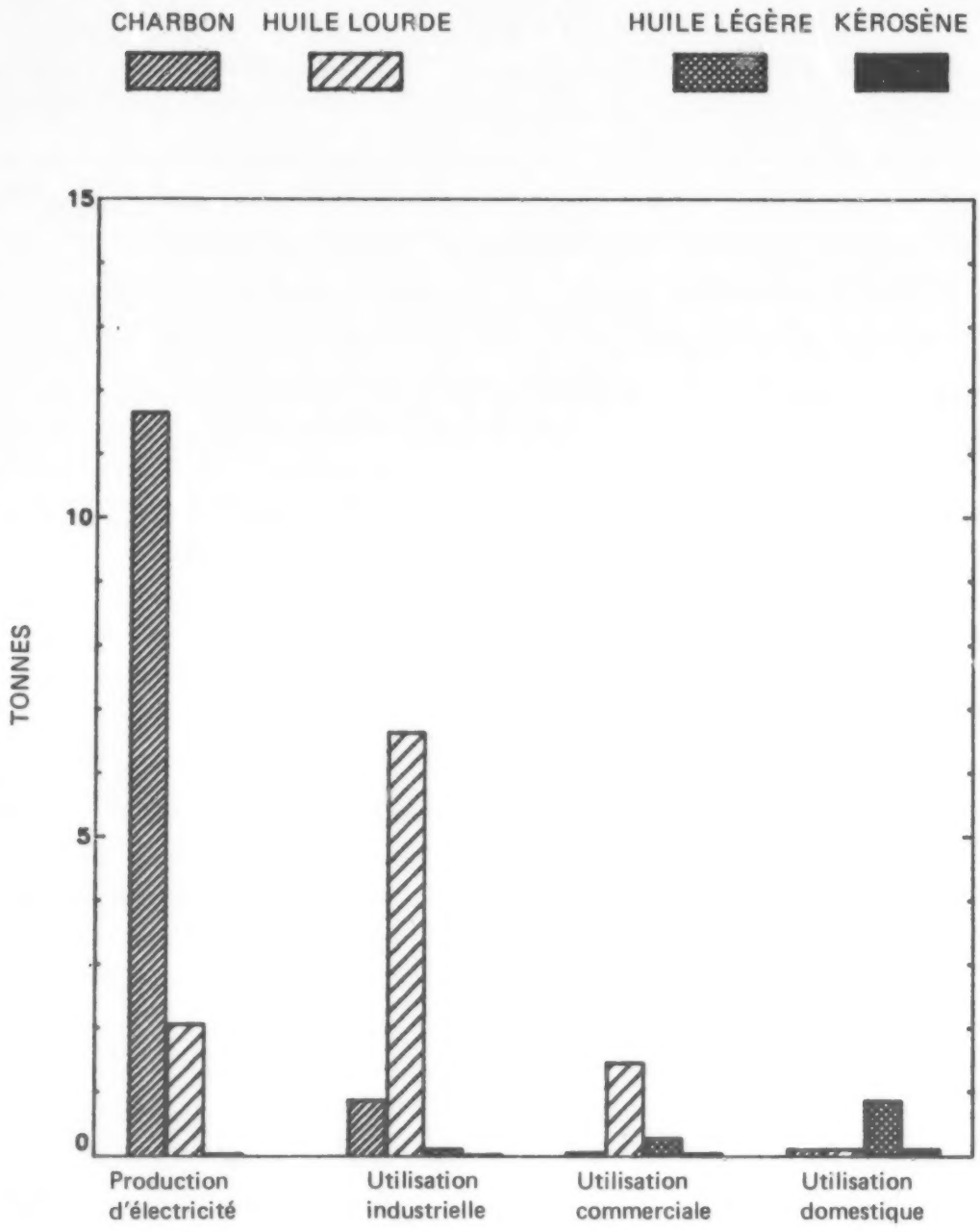



FIGURE 5 ÉMISSIONS DE PLOMB DUES AUX SOURCES FIXES EN 1982, PAR TYPE DE COMBUSTIBLE

# 4 ÉMISSIONS DUES À L'UTILISATION DES CARBURANTS; MOYENS DE TRANSPORT

## 4.1 Véhicules routiers et matériels non routiers mus à l'essence

**4.1.1 Généralités.** La présente section porte sur les émissions de plomb des véhicules à essence utilisés sur les voies publiques (automobiles, camions, autobus autocars, motocyclettes, etc.) et du matériel employé en agriculture, en construction et en exploitation forestière. Les gasoils brûlés dans les moteurs Diesel ne contiennent pas de plomb.

**4.1.2 Sources des émissions et lutte contre la pollution.** Les additifs au plomb (TEP) dans l'essence se transforment en oxyde de plomb durant la combustion. Les systèmes d'échappement rejettent des quantités considérables de plomb. Les particules de plomb retenues dans le moteur sont partiellement éliminées à l'occasion des changements d'huile. Enfin, une partie du plomb retenu dans le système d'échappement se détache graduellement et se dépose sur les routes.

La quantité, la forme chimique et la granulométrie des émissions varient selon le type et la durée de service du véhicule ainsi que selon les conditions d'utilisation. Des études ont montré qu'environ 75 p. 100 du plomb contenu dans l'essence est rejeté directement dans l'air (1, 42, 43). Le seul moyen de réduire ces émissions consiste à abaisser la teneur en plomb de l'essence.

**4.1.3 Émissions.** En utilisant le taux d'émission susmentionné de 75 p. 100, nous avons évalué pour 1982 à 7000 tonnes les émissions de plomb attribuables aux véhicules à essence. Les émissions par province ont été quantifiées en proportion de la consommation d'essence dans chaque province (44, 45); la répartition est indiquée à la figure 6.

## 4.2 Aéronefs

**4.2.1 Généralités.** Les aéronefs dont il sera question ici sont les petits aéronefs légers équipés de moteurs à pistons. Les additifs au plomb du carburant d'aviation, qui servent d'antidétonants, sont à l'origine des émissions de plomb.

**4.2.2 Émissions.** En tenant compte de la teneur maximale en plomb du carburant d'aviation (soit 1,28 g/l), des chiffres de vente de carburant en 1982 et d'un taux d'émission de 0,75 p. 100 (équivalant à celui des véhicules automobiles à essence) (1, 46), nous avons évalué à 173 tonnes les émissions de plomb des aéronefs.

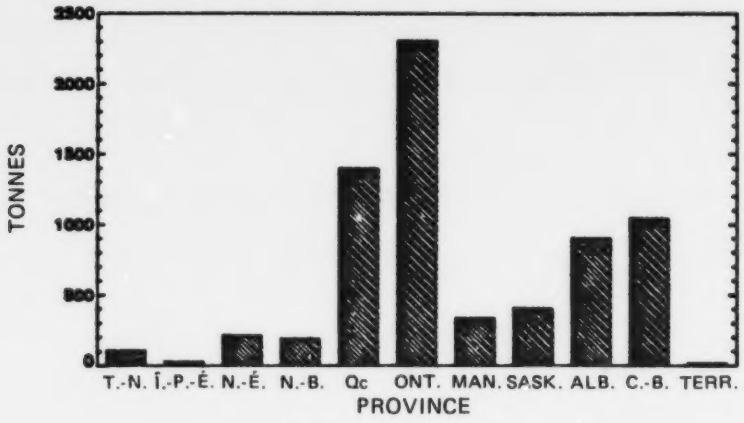



FIGURE 6 ÉMISSIONS DE PLOMB DUES AUX VÉHICULES AUTOMOBILES À ESSENCE EN 1982, PAR PROVINCE

### 4.3 Moteurs hors-bord à essence

Faute de données, nous n'avons pas pu évaluer les émissions. Toutefois, nous supposons qu'une bonne partie des émissions n'atteint pas l'atmosphère car l'échappement se fait sous l'eau.

# 5 ÉMISSIONS DUES À L'INCINÉRATION DES DÉCHETS

## 5.1 Incinération des déchets urbains

**5.1.1 Procédé.** Le modèle le plus courant d'incinérateur municipal consiste en une chambre à parois réfractaires munie d'une grille sur laquelle les ordures sont brûlées, ordinairement par lots. Certains modèles de conception récente sont à écran d'eau.

**5.1.2 Sources des émissions et lutte contre la pollution.** Les quantités et les caractéristiques des émissions sont étroitement reliées au type de four. Les incinérateurs alimentés par lots dégagent beaucoup de particules non brûlées après leur chargement, tandis que le type de grille des incinérateurs à alimentation continue détermine la quantité de particules émises.

Les incinérateurs à fosse que nous avons examinés n'étaient généralement pas équipés de dépoussiéreurs; en ce qui concerne les autres, les dispositifs variaient énormément. Les installations les plus nouvelles étaient pourvues d'électrofiltres et les autres, de chambres de sédimentation et de pulvérisateurs d'eau.

**5.1.3 Émissions.** Les tonnages incinérés par les municipalités étant connus pour 1980, 1981 et 1982 (4), nous les avons affectés, pour évaluer les émissions, d'un facteur brut d'émission des particules de 15 kg par tonne d'ordures brûlées (47), corrigé par le taux de dépoussiérage approprié à chaque incinérateur et une teneur supposée en plomb de 3,5 p. 100 des particules totales émises (1, 4). Pour 1982, nous avons évalué les émissions totales de plomb à 67 tonnes.

## 5.2 Incinération des boues résiduaires

**5.2.1 Procédé.** Les boues résiduaires sont un sous-produit du traitement des eaux usées. En 1982, cinq municipalités de l'Ontario et de la Colombie-Britannique incinéraient leurs boues résiduaires.

Avant l'incinération, les boues sont séchées, puis leur température est élevée au point d'inflammation. Il se peut qu'un apport d'air et de combustible auxiliaire soit nécessaire pour maintenir la combustion. Les cendres inorganiques sont refroidies et éliminées. Trois des municipalités utilisaient des fours à soles multiples, tandis que les deux autres se servaient d'incinérateurs à lit fluidisé. Le four constitue la principale source d'émission de particules.

**5.2.2 Émissions.** Des traces de plomb (de 71 à 430 ppm, en poids sec) ont été décelées dans les boues résiduaires (1, 48). Les émissions de plomb ont été calculées à partir du tonnage incinéré affecté d'un facteur d'émission de 0,015 kg de plomb la tonne, dans le cas des fours à soles multiples, et de 1,25 g/t dans le cas des fours à lit fluidisé (35). Pour 1982, ces émissions ont été évaluées à 2 tonnes.

## 5.3 Incinération des huiles usées

**5.3.1 Généralités.** Dans certaines régions du Canada, on incinère les déchets industriels et les huiles usées. Les données sur l'incinération des premiers n'étaient pas disponibles; néanmoins, l'incinération des huiles est considérée comme la source d'émission de plomb la plus considérable (1, 4). Les huiles usées peuvent également être mélangées avec de l'huile résiduelle et servir de combustible, mais cette pratique est interdite dans les quatre provinces de l'Ouest (2). Les données sur le tonnage d'huiles usées incinérées ont été tirées d'un rapport récent sur les déchets dangereux (49).

**5.3.2 Émissions.** La quantité de plomb rejetée dans l'atmosphère au cours de la combustion dépend principalement de la teneur en plomb des huiles et des conditions d'exploitation de l'installation. Compte tenu d'un facteur d'émission de 4,8 g de plomb par litre d'huile, fondé sur une teneur de l'huile en plomb de 1 p. 100 (1, 12, 50, 51), les émissions de plomb pour 1982 ont été évaluées à 130 tonnes. La répartition de ces émissions par province est indiquée à la figure 7.

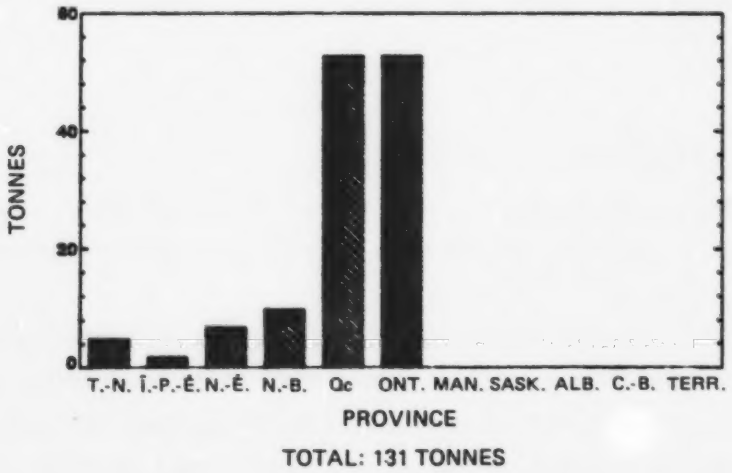



FIGURE 7 ÉMISSIONS DE PLOMB DUES À L'INCINÉRATION DES HUILES USÉES EN 1982, PAR PROVINCE

## 6 ÉMISSIONS DE SOURCES DIVERSES

### 6.1 Mise en marché de l'essence

**6.1.1 Généralités.** En plus des émissions inorganiques de plomb causées par la combustion de l'essence au plomb, des émissions de plomb organique accompagnent la manutention de l'essence. Ces émissions sont dues à des pertes de vapeurs de dérivés alcoylés du plomb qui surviennent à divers points du circuit de distribution: à la raffinerie, au terminal de transfert, au dépôt de stockage en vrac et à la station-service.

**6.1.2 Émissions.** Nous avons évalué les pertes d'hydrocarbures des réservoirs de raffinerie, pour 1982, à partir des données de 1980 (4). Nous avons calculé les émissions de plomb en attribuant à l'essence au plomb une teneur moyenne de 0,46 g de plomb au litre (52). Nous avons supposé que, l'essence au plomb comptant pour 61 p. 100 de l'essence sur le marché, les pertes d'hydrocarbures de cette essence étaient de 61 p. 100 du total et que la masse volumique de la vapeur condensée était de 0,51 kg/litre (1, 53). Nous avons évalué les pertes de plomb à 23 tonnes.

Il se produit également des pertes durant le remplissage des réservoirs (ceux du terminal, du stockage en vrac, de la station-service et de l'automobile). Nous avons évalué les émissions à partir d'un facteur d'émission de 1,48 g d'essence par litre d'essence consommée (1, 54), des chiffres portant sur la consommation d'essence (45) et en attribuant à l'essence une masse volumique de 0,74 kg/litre. En 1982, 61 p. 100 de l'essence contenaient du plomb et la teneur moyenne en plomb était de 0,46 g/litre (52). Compte tenu de tous ces facteurs, la perte de dérivés alcoylés du plomb durant le remplissage des réservoirs a été évaluée à 20 tonnes. Comme il faut ajouter les vapeurs qui s'échappent des réservoirs sous terre lorsque le carburant est livré à la station, il faut doubler ce tonnage.

Les émissions totales de plomb ont été évaluées, pour 1982, à 63 tonnes.

### 6.2 Épandage des pesticides

L'arséniate de plomb insecticide n'est plus commercialisé (1, 55). On considère que les rejets de plomb attribuables à son utilisation sont négligeables.

## 7 ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS

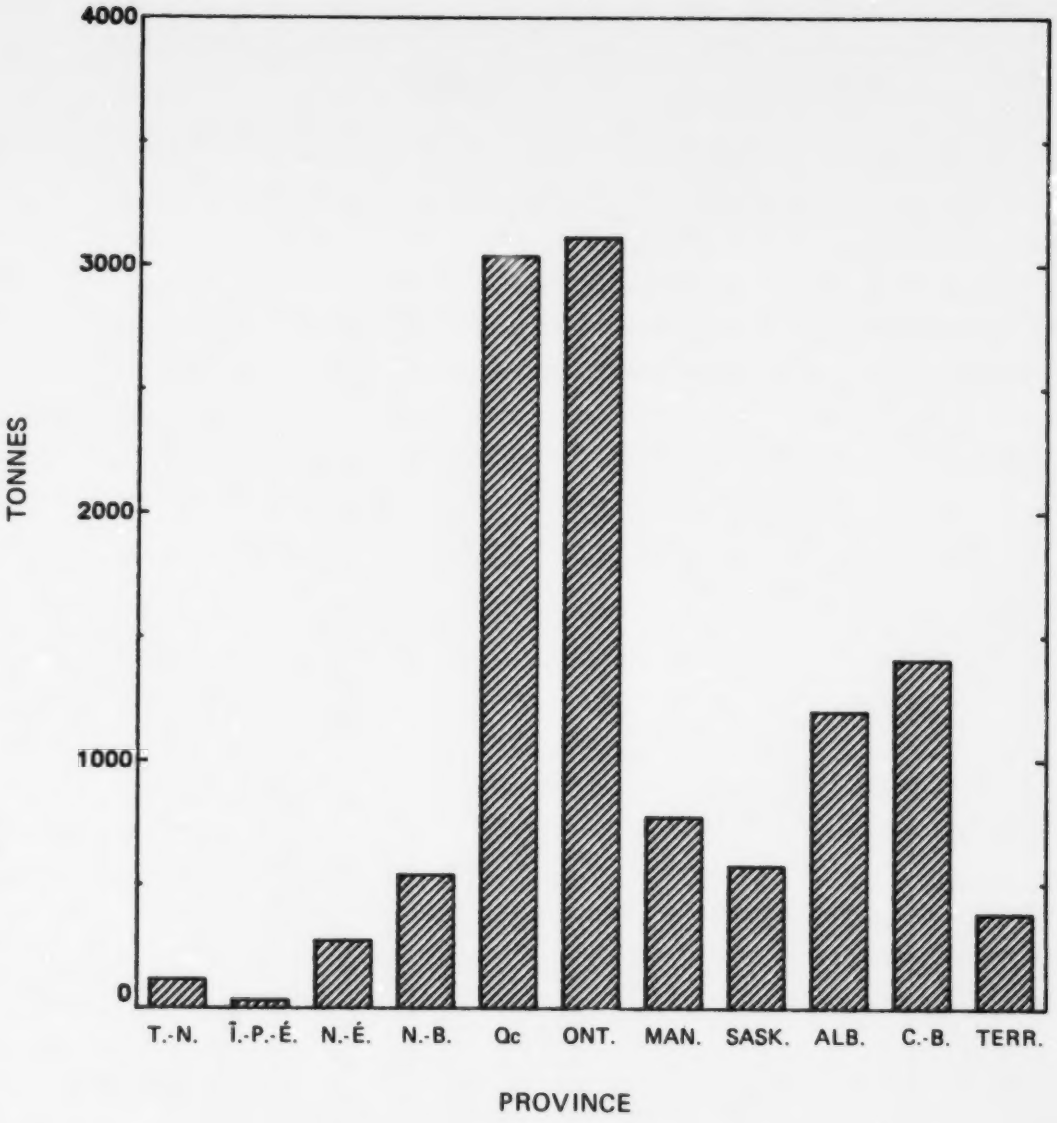
Les émissions totales de plomb dans l'atmosphère pour l'année 1982 sont détaillées par province à la figure 8. La comparaison des données de 1982 avec celles de 1978 (1) montre une baisse (de 14 534 à 11 466 tonnes). La baisse touchant les émissions dues aux véhicules automobiles (de 9 154 à 7 000 tonnes) tient à l'augmentation du nombre de véhicules qui consomment de l'essence sans plomb, ainsi qu'à une diminution de la teneur en plomb de l'essence qui en contient.

Les émissions de plomb dues aux véhicules automobiles comptent pour 61 p. 100 des émissions de plomb dans l'atmosphère. Comme nous l'avons indiqué au chapitre 4, il existe une relation directe entre la consommation d'essence, la teneur en plomb et les rejets de plomb.

La figure 9 montre l'évolution du volume des émissions de plomb dues aux véhicules à essence entre les années 1933 et 2003. De toute évidence, les règlements promulgués par Environnement Canada en 1973 pour limiter la teneur en plomb de l'essence ont entraîné une diminution du volume des émissions.

Deux nouveaux règlements touchant les émissions entreront en vigueur en 1987. À compter du 1er janvier 1987, la teneur maximale permise en plomb de l'essence pour véhicules automobiles sera de 0,29 g/litre. À compter du 1er septembre 1987 (année de modèle 1988), tous les nouveaux véhicules légers devront être dotés de convertisseurs catalytiques afin de satisfaire à des contraintes plus rigoureuses touchant les émissions de monoxyde de carbone, d'hydrocarbures et d'oxydes d'azote. Ces règlements contribueront à réduire considérablement les émissions de plomb.

Les projections concernant les émissions sont tirées des prévisions de la demande d'essence, du modèle informatique Escon de la société Dupont et d'une durée de vie alternative de 10 ans attribuée à tous les véhicules légers. Si l'on suppose une décroissance linéaire du parc sur une période de 10 ans, seuls les gros camions consommeront de l'essence au plomb en 1998 pourvu, bien entendu, qu'il n'y ait pas d'utilisation illicite d'essence au plomb. Le taux de cette utilisation illicite (par des véhicules conçus pour essence sans plomb) est évalué entre 10 et 20 p. 100. Cette évaluation se fonde sur le nombre de cas signalés d'utilisation illicite et sur les différences observées entre la consommation et la demande prévue d'essence sans plomb en fonction du type et du nombre de véhicules.




TOTAL: 11 446 TONNES

FIGURE 8 ÉMISSIONS DE PLOMB EN 1982, PAR PROVINCE

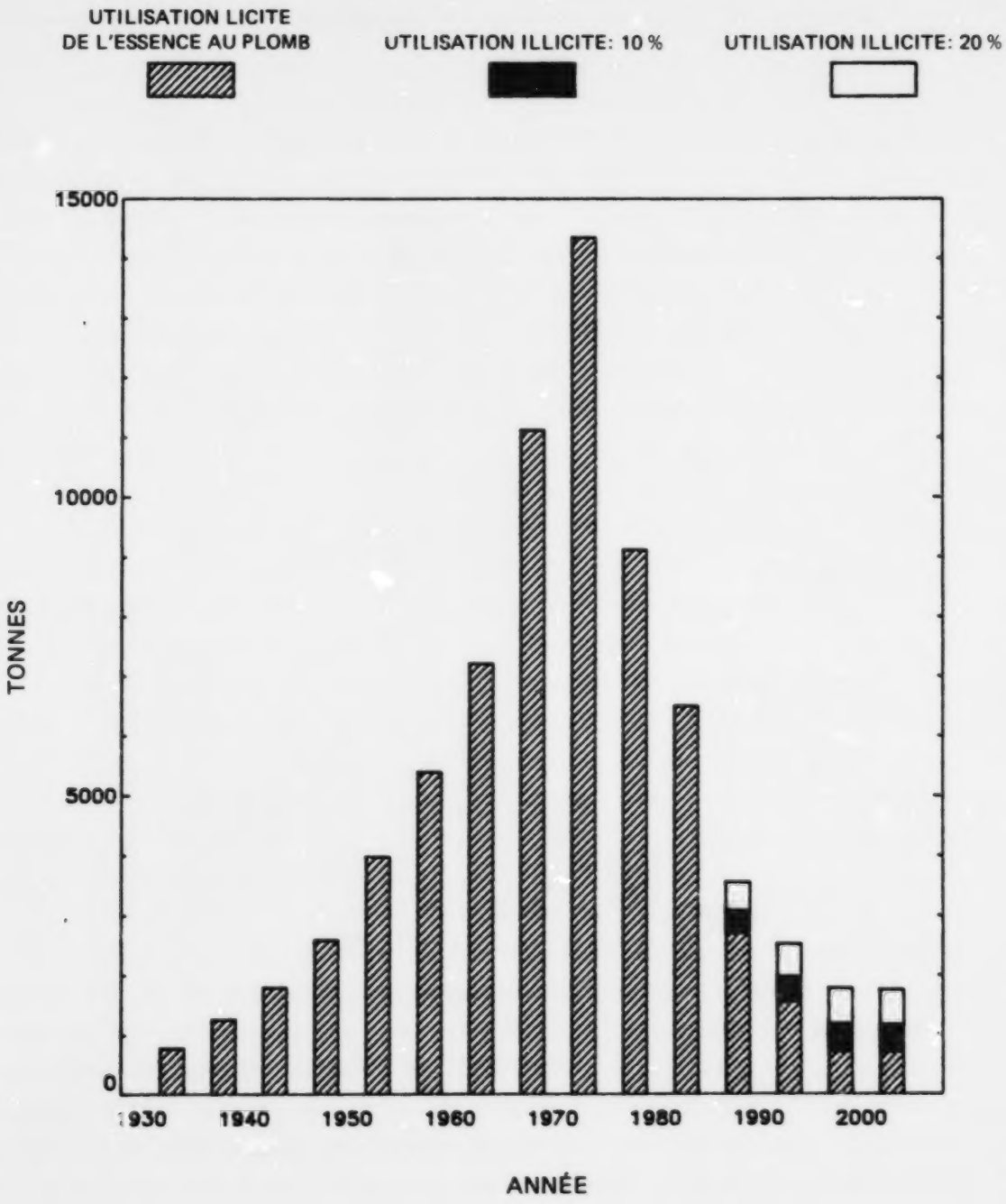



FIGURE 9 ÉVALUATION DES ÉMISSIONS DE PLOMB DUES AUX VÉHICULES AUTOMOBILES À ESSENCE POUR LA PÉRIODE DE 1933 À 2003

## 8 PLOMB DANS LES EFFLUENTS

Des quantités notables de plomb passent de l'atmosphère aux eaux de surface (par le mécanisme de la pluie), mais il existe certaines sources ponctuelles, principalement dans l'industrie, qui contribuent à la forte teneur en plomb des eaux de certaines régions. Diverses activités industrielles ainsi que le traitement des eaux usées urbaines sont à l'origine de la présence du plomb dans les effluents. Toute industrie qui consomme ou produit du plomb peut être considérée comme une source potentielle. Certains consommateurs de plomb, comme les fabricants de soudures et de régules, utilisent le plomb par voie plutôt sèche et n'en rejettent presque pas.

### 8.1 Extraction et fusion des minerais

Dans les mines, le plomb peut se retrouver dans les effluents de l'extraction du minerai et être transporté vers les bassins à stériles où l'eau est décantée, traitée et rejetée dans l'environnement. L'eau d'exhaure des mines à ciel ouvert ou souterraines peut également contribuer à l'introduction de plomb dans les cours d'eau.

L'eau de traitement, de refroidissement par contact et les eaux de lavage utilisées dans les fonderies des concentrés de plomb constituent d'autres sources possibles de plomb dans les eaux locales.

Pour 1982, nous avons évalué les quantités de plomb rejetées à la suite de ces opérations à 78 tonnes, en nous fondant sur les meilleurs renseignements en main concernant les débits volumiques, les teneurs en plomb et les chargements (56, 57, 58, 59, 60, 61).

### 8.2 Métallisation

Le plomb est parfois utilisé comme revêtement anticorrosion d'autres métaux. La forte acidité des bains peut entraîner la dissolution des électrodes de plomb (utilisées pour le chromage). Une partie de ce plomb peut alors être rejetée avec le liquide neutralisé du bain. Nous avons évalué à 5 tonnes ces rejets pour 1982 (62, 63, 64).

### 8.3 Fabrication des accumulateurs

Cette industrie a été décrite à la section 2.13. On y utilise des matières plombifères et du plomb métallique pour fabriquer les plaques. Les eaux de lavage et de rinçage sont habituellement rejetées après avoir subi une précipitation ou une

neutralisation. Elles peuvent contenir des particules de plomb et du plomb en solution. Nous avons évalué à 4 tonnes ces rejets de plomb pour 1982 (65, 66).

### 8.4 Fabrication des produits chimiques

Les eaux usées des usines de tétraéthyl-plomb et de tétraméthyl-plomb peuvent transporter des quantités considérables de plomb vers les eaux réceptrices. La fabrication de produits de plomb, notamment sous forme aqueuse, entraîne du plomb dans les eaux du traitement et de lavage. En outre, les oxydes de plomb entrant dans la composition des peintures et des revêtements d'apprêt sont rejetés avec les effluents industriels. Nous avons évalué à 37 tonnes ces rejets de plomb pour 1982 (67).

### 8.5 Autres secteurs

Nous n'avons pas traité en détail des secteurs suivants dont les effluents chargés de plomb étaient notables en 1982: fabrication de produits métalliques, 2 tonnes; fonderies, moins de 1 tonne; fer et acier de première fusion, 9 tonnes; pâtes et papiers, 9 tonnes; raffineries, 2 tonnes; sources diverses, 4 tonnes; stations d'épuration des eaux usées municipales, 412 tonnes (68, 69, 70, 71).

Les eaux usées urbaines (eaux usées domestiques traitées ou non et effluents industriels dont il n'a pas été question ci-dessus) constituent la principale source de plomb introduit dans l'environnement par les effluents. De nombreux réseaux d'égouts urbains sont en partie unitaires. Comme les dépôts de plomb sur les routes proviennent des retombées de tétraéthyl-plomb émis par les véhicules à essence, la quantité totale de plomb introduit dans l'environnement pourrait être comptée deux fois. Toutefois, on croit que l'erreur d'appréciation qui en découle est faible en comparaison avec la quantité totale de plomb rejeté (68, 72).

### 8.6 Sommaire

Les rejets de plomb dans les effluents sont détaillés par bassin hydrographique récepteur à la figure 10.

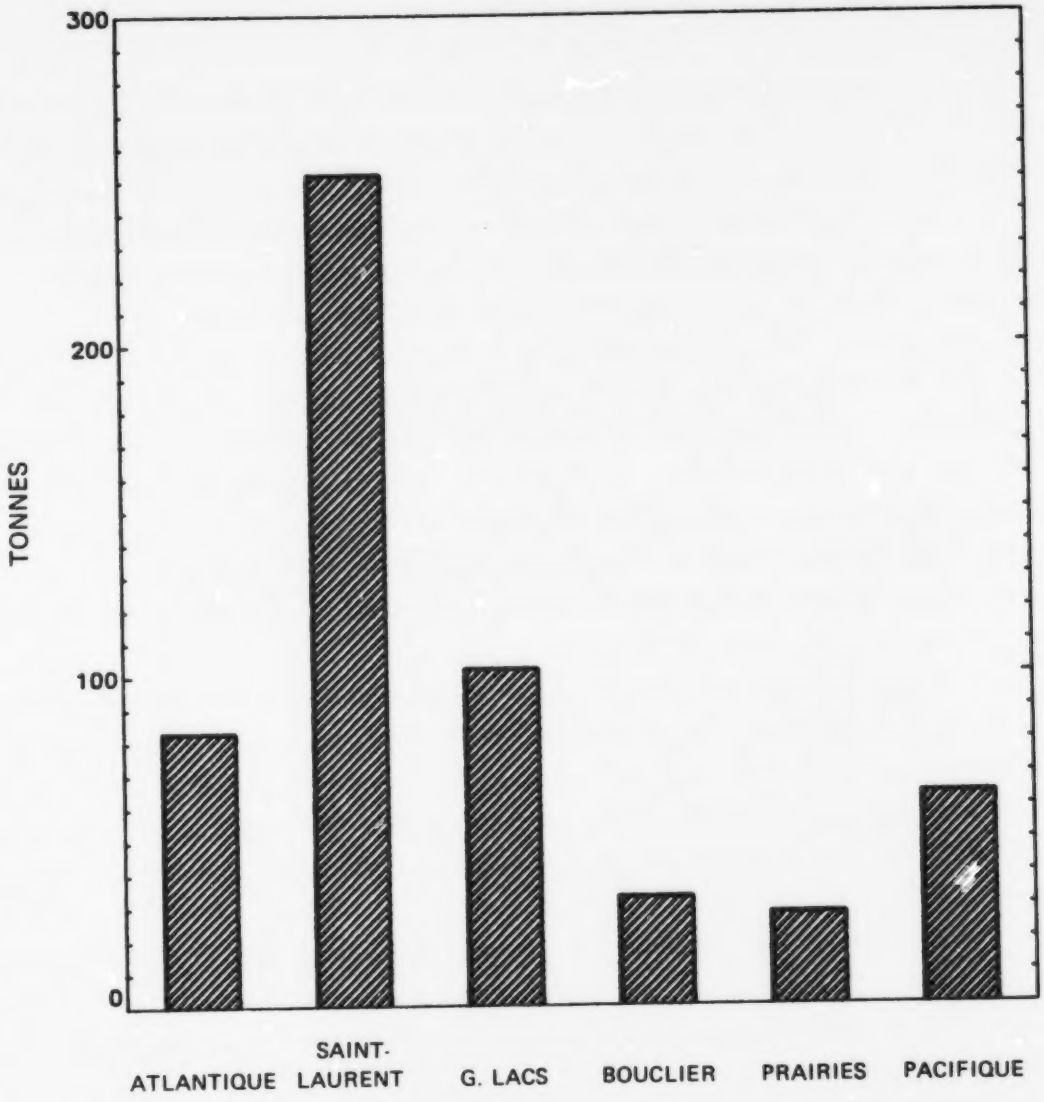



FIGURE 10 RÉPARTITION DES REJETS DE PLOMB DANS LES EFFLUENTS EN 1982, PAR RÉGION

## 9 PLOMB DANS LES DÉCHETS SOLIDES

Le Canada n'a jamais dressé de bilan complet des émissions de plomb. Afin de quantifier toutes les sources des rejets de plomb dans l'environnement, nous avons examiné la présence de ce métal dans les déchets solides.

Les déchets solides provenant du broyage des minerais plombifères contiennent un peu de plomb résiduel puisque le procédé d'extraction (la flottation habituellement) n'est pas efficace à 100 p. 100. La teneur en plomb des résidus des stériles des concentrateurs des diverses installations canadiennes d'importance varie de 0,01 à 1,0 p. 100 en poids (73, 74, 75, 76). La quantité de stériles est de l'ordre de 85 à 90 p. 100 de la quantité de minerai extrait (15). Ces taux nous permettent d'évaluer à 38 000 tonnes/an la quantité de plomb évacuée dans les stériles des minerais de plomb et des principaux minerais mixtes (c.-à-d. Pb, Pb-Zn, Cu-Pb-Zn). Ce plomb apparaît surtout sous sa forme initiale de galène. Les mécanismes possibles de la mobilisation de ce plomb comprennent la surverse des bassins à stériles, la percolation vers les strates inférieures et la météorisation par le vent et le ruissellement.

Les déchets solides produits par la première fusion et l'affinage du plomb, du zinc, du cuivre et du nickel sont les laitiers, les scories et les boues. Grâce à l'analyse de leur composition moyenne, nous avons évalué la quantité de plomb trouvée dans ces déchets à 18 000 tonnes/an. Ce plomb apparaît presque totalement (à 97 p. 100) dans les laitiers et les scories qui le libèrent dans le sol à un rythme inconnu mais que l'on croit être lent.

La production annuelle de boues résiduaires se chiffre à environ 450 000 tonnes. Si l'on suppose une teneur moyenne en plomb de 33 ppm des boues digérées (68), la quantité de plomb introduite dans l'environnement, surtout par épandage, chiffre à environ 15 tonnes.

Le plomb des munitions, notamment dans les plombs de chasse, constitue une fraction notable du plomb qui se retrouve dans l'environnement. À défaut de données exactes sur la consommation totale de plomb, mais à partir de la consommation de plomb par les fabricants et des chiffres de vente, nous avons évalué la quantité de plomb ainsi introduite dans l'environnement à environ 1500 tonnes/an.

Grâce à deux rapports (77, 78) dans lesquels sont déterminés les tonnages de déchets dangereux et leurs teneurs en plomb, nous avons évalué les rejets annuels de plomb provenant des déchets solides de toutes les autres sources importantes: fonderies de

plomb de seconde fusion, 4000 tonnes; raffinage du pétrole, 80 tonnes; fabrication des explosifs, 30 tonnes; tannage, 1 tonne; fabrication des pigments inorganiques, 100 tonnes. Nous avons évalué à 61 000 tonnes la quantité totale de plomb contenue dans les déchets solides en 1982.

Il faut noter que les déchets solides n'ont pas fait l'objet d'une analyse aussi rigoureuse que les émissions dans l'atmosphère ou les effluents. Bien que la question n'ait pas été étudiée à fond, nous croyons que l'homme est moins exposé à assimiler le plomb des déchets solides que le plomb émis dans l'atmosphère.

## RÉFÉRENCES


1. Environnement Canada, Inventaire national des sources et des émissions de plomb (1978), Service de la protection de l'environnement, Rapport SPE 3-EP-83-6, novembre 1983.

2. Environnement Canada, National Inventory of Sources and Emissions of Lead (1970), Rapport interne APCD 73-7, novembre 1983.

3. U.S. Environmental Protection Agency, Control Techniques for Lead Air Emissions - Volume II, chapitre 4, annexe B, décembre 1977.

4. Environnement Canada, Direction générale des programmes de protection de l'environnement, Division de la gestion des inventaires, données non publiées.

5. Bigauskus, J. Lead-1982, Énergie, Mines et Ressources Canada, Ottawa.

6. Énergie, Mines et Ressources Canada, Mineral Policy, Division des systèmes d'information, données non publiées, mars 1985.

7. Kirk, R.E. et D.F. Othmer, Encyclopedia of Chemical Technology, vol. 12, 3e édition, John Wily and Sons, New York, 1978.

8. Lead in the Human Environment, National Academy of Sciences, Washington DC., 1980.

9. Snyder, R.B., A Study of Environmental Pollution by Lead, Illinois Institute of Environmental Quality Document No. 71-7, Chicago, Illinois, novembre 1971.

10. U.S. Environmental Protection Agency, Emission Study of Industrial Sources of Lead Air Pollutants, Report Pb 223652, 1970.

11. Canadian Mines Handbook (1983-84), Northern Miner Press Ltd., Toronto, Ontario, 1983.

12. U.S. Environmental Protection Agency, Control Techniques for Lead Air Emissions - Volume I, décembre 1977.

13. Environnement Canada, Direction générale des programmes de protection de l'environnement, Division de la mesure de la pollution, données non publiées.

14. Données non publiées fournies par les producteurs de plomb de zinc, de cuivre et de nickel de première fusion, mai 1985.

15. Environnement Canada, Inventaire national des sources et des émissions de polluants atmosphériques (1978), Service de la protection de l'environnement, Rapport SPE 3-EP-83-10F, décembre 1983.

16. Environnement Canada, Rapport sur l'observation du règlement sur les normes nationales d'émissions des fonderies de plomb de seconde fusion - 1984, (en préparation).

17. Industrie et Commerce Canada, Manuel et Inventaire des fonderies de laiton et de bronze et des fabricants de lingots au Canada, 1978.

18. Statistique Canada, communication personnelle.

19. Stack Sampling Canadian National Moncton Foundry, Arthur Gordon Environmental Consultants, novembre 1981.

20 Statistique Canada, Industries manufacturières du Canada: niveaux national et provincial, 1982, publication nº 31-203.

21. Aylsworth, J.A., Coal and Coke, 1982, Énergie, Mines et Ressources Canada, Ottawa.

22. Environnement Canada, Direction générale des programmes de protection de l'environnement, données non publiées.

23 Environnement Canada, Coal Study (version préliminaire), décembre 1980.

24. Trace Elements in Coal Occurence and Distribution, Illinois State Geological Survey, Urbana, juin 1977.

25. Environnement Canada, Les éléments à l'état de traces dans les charbons canadiens, Direction générale de l'assainissement de l'air, Service de la protection de l'environnement, Rapport SPE 3-AP-82-6F, août 1982.

26. Ontario Hydro, Trace Element Content of Western Canadian Coals, Rapport nº 80-309-A, 1980.

27. Ontario Hydro, Trace Element Content of American Coals, Rapport nº 77-156-K, 1977.

28. Énergie, Mines et Ressources Canada, Revue statistique du charbon au Canada, 1981.

29. Environnement Canada, Revised Version of the National Inventory of Sources and Emissions of Lead Report (1970), mise à jour nº 2, note de service interne, mars 1975.

30. Stonehouse, D.H., Cement, Énergie, Mines et Ressources Canada, 1982.

31. Warda R.D. et R.K. Bahr, Sampling and Characterization of Cupola Emissions, Énergie, Mines et Ressources Canada, juillet 1973.

32. Warda R.D., Énergie, Mines et Ressources Canada, communication personnelle.

33. Statistique Canada, Fabricants de verre et d'articles en verre, 1982 et 1980, publication nº 44-207.

34. Environnement Canada, Direction générale des programmes de protection de l'environnement, Division des industries chimiques, données non publiées.

35. U.S. Environmental Protection Agency, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, 3e édition, supplément nº 9, mars 1979.

36. Statistique Canada, Fabricants de peintures et vernis, publication nº 46-210.

37. Teknetron Research Inc., A study to Ascertain the Increase in Electric Power Prices Due to Implementing Controls to Reduce Acid Rain Pollutants From Thermal Power Stations, Attachment B, juin 1981.

38. Edwards, L.E., Trace Metals and Stationary Convential Combustion Processes - Project Summary, W.S. Environmental Protection Agency, février 1981.

39. Statistique Canada, Bulletin trimestriel - Disponibilité et écoulement d'énergie au Canada, 1982, publication nº 57-003.

40. Statistique Canada, Statistiques de l'énergie électrique, vol. II (1982), publication nº 57-202.

41. Ontario Hydro, Estimates of Atmospheric Emissions from Fossil-Fuel Fired Thermal Generating Stations (1978), Rapport CTS-07120-1, février 1979.

42. U.S. Environmental Protection Agency, Sommers, J., communication personnelle.

43. U.S. Environmental Protection Agency, The Health and Environmental Impacts of Lead - An Assessment of the Need for Limitations, Office of Toxic Substances, Washington, avril 1979.

44. Oil Week, Petroleum Marketing Report, 27 juin 1983.

45. Statistique Canada, Véhicules automobiles: ventes de carburants (1982), publication nº 53-218.

46. Statistique Canada, Produits pétroliers raffinés (1982), publication nº 45-208.

47. U.S. Environmental Protection Agency, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, 3e édition, Parts A & B (including Supplements 1-7), août 1977.

48. Greenberg, R.L., Atmospheric Emissions of Elements of Particles from the Parkway Sewage Sludge Incinerator, Environmental science and Technology, volume 15, nº 1, pp. 64-70, janvier 1981.

49. Environnement Canada, Data on Hazardous Wastes, Rubber Wastes and Oil Wastes in Canada - 1983, Procter and Redfern Limited, Resource Integration System Limited, and Gore and Storrie Limited, octobre 1984.

50. U.S. Environmental Protection Agency, Waste Automotive Lubricating Oil as a Municipal Incinerator Fuel, septembre 1973.

51. U.S. Energy Research and Development Administration, Waste Lubricating Oil Research, Part 4-A Summary of Composition Variations Among 30 Used Lubricating Oils Selected for Seasonal and Geographical Significance, octobre 1976.

52. Environnement Canada, Direction générale des programmes de protection de l'environnement, Direction des contaminants chimiques, données non publiées.

53. American Petroleum Institute, Evaporation Loss from External Floating Roof Tanks, 2e édition, février 1980.

54. Dougherty, M.J., Gasoline Vapour Control at Service Stations, American Institute of Chemical Engineers Symposium Series, vol. 73, 1977.

55. Ciba-Geigy Canada Limited, Agricultural Division, Mississauga, Ontario, mars 1981.

56. Environnement Canada, Compte rendu des activités de lutte contre la pollution des eaux de l'industrie minière au Canada, Rapport du Service de la protection de l'environnement, (en préparation).

57. Environnement Canada, Collecte des données générales d'opération et caractérisation des effluents des mines d'or du Québec, projet nº A1530A, volume 1, 1983.

58. Ministère de l'environnement de l'Ontario, A Water Pollution Control Status Report: Active Mining Operations in the Province of Ontario, 1979.

59. Moffett, D., The Disposal of Solid Wastes and Liquid Effluents from the Milling of Uranium Ores, Canadian Center for Mining and Metallurgy, Rapport nº 76-19, 1976.

60. Statistique Canada, Revue générale sur les industries minérales: mines, carrières et puits de pétrole, publication nº 26-201, 1982.

61. Données fournies par les ministères de l'Environnement du Nouveau-Brunswick et de la Colombie-Britannique.

62. Environnement Canada, Inventaire des industries de traitement de surface, Service de la protection de l'environnement, Région du Québec, partie II, 1983.

63. Données sur le contrôle fournies par les gouvernements de la Colombie-Britannique et du Manitoba.

64. U.S. Environmental Protection Agency, Development Document for Effluent Limitations Guidelines and Standards for the Metal Finishing Point Source Category, EPA 440/1-82/091-b, 1982.

65. Haas, W.R. et S. Miller, Evaluation of Lead Plant Wastewater Treatment Methods Part I - Treatment of Wastewater from Battery Manufacture, IIT Research Institute, Rapport nº IITRI-C8213-2, rédigé pour l'International Lead Zinc Research Organization, 1972.

66. U.S. Environmental Protection Agency, Battery Manufacturing Point Source Category; Effluent Limitations Guidelines, Pretreatment Standards, and New Source Performance Standards, Final Rule, Federal Register 40 CFR, Part 461, 1984.

67. Environnement Canada et ministère de l'Environnement de l'Ontario, Inventory of Major Industrial Point Source Discharges in the Great Lakes Basin - 1982, préparé en vertu de l'Entente Canada-Ontario sur la qualité des eaux des Grands Lacs, janvier 1984.

69. Atkins, E.D. et J.R. Hawley, Sources of Metals and Metal Levels in Municipal Wastewaters, Entente Canada-Ontario sur la qualité des eaux des Grands Lacs, Research Report No. 80, 1978.

69. Environnement Canada, Inventaire des industries de traitement de surface, Service de la protection de l'environnement, Région du Québec, partie I, 1982.

70. Environnement Canada, Rapport d'échantillonnage des eaux usées industrielles, Service de la protection de l'environnement, 1978.

71. Statistique Canada, Industries manufacturières du Canada: niveaux provincial et national, publication nº 31-203, 1981.

72. Environnement Canada, Base de données MUNDAT.

73. Mineral Waste Resources of Canada, Report No. 4 - Mining Wastes in the Atlantic Provinces, mars 1980.

74. Collins R.K., Mineral Waste Resources of Canada, Report No. 3 - Mining Wastes in British Columbia, novembre 1978.

75. Collins R.K., Mineral Waste Resources of Canada, Report No. 2 - Mining Wastes in Quebec, juin 1978.

76. Collins R.K., Mineral Waste Resources of Canada, Report No. 1 - Mining Wastes in Ontario, novembre 1975.

77. Gore and Storrie Limited, Canadian National Inventory of Hazardous and Toxic Wastes, volume 3, janvier 1982.

78. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Solid Wastes, Background Document Resource Conservation and Recovery Act - Identification and Listing of Hazardous Wastes.

October 15, 1985

EPS 5/HA/3, National Inventory of Sources and Releases of Lead (1982)

ERRATA

Page 3

Table 1 LEAD EMISSION FACTORS

Municipal Refuse, should read:

kg/tonne refuse instead of g/tonne refuse.

Page 31

8.5 OTHER SECTORS

First paragraph, third line, second word should read:

less than instead of F...

le 15 octobre 1985

SPE 5/HA/3, Inventaire national des sources et des rejets de plomb (1982)

ERRATA

Page 3

Tableau 1 FACTEURS D'ÉMISSION DU PLOMB

Remplacez les unités indiquées pour les déchets urbains par:

kg/t de déchets au lieu de g/t de déchets